Canadian Centre for Occupational Health and Safety

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail

The Pitfalls of Standards

P86-4E

Canadian Centre
for Occupational Health
and Safety

The Pitfalls of Standards

by
•Ted Schrecker
Research and Consulting

Canadian Centre
for Occupational Health
and Safety

THE PITFALLS OF STANDARDS

CCOHS NUMBER P86-4E

ISBN 0-660-12097-6

DSS CATALOGUE NUMBER CC273-2/86-4E

This publication is available
in both official languages.

Cette publication est disponible
dans les deux langues officielles.

While the Centre endeavours to ensure the accuracy and completeness of information provided, it is understood that the Centre makes no warranty as to the accuracy or completeness of such information and assumes no liability for any damages or loss suffered as a result of any inaccuracy or incompleteness therein.

Published 1986

Additional copies available upon request.

250 Main Street East
Hamilton, Ontario
L8N 1H6
(416) 572-2981
Telex 061-8532

Canadian Centre
for Occupational Health
and Safety

CONTENTS

SECTION	CONTENT	PAGE
1	Introduction	1
2	Standard-Setting: Problems with the Nature of the Evidence	1
3	Standard-Setting: Evaluating the Evidence	6
4	Standard-Setting: Problems with the Nature of the Enterprise	13
5	Choosing an Acceptable Framework for Standard-Setting	19
6	Procedures and the Implementation: The Neglected Issues	25
	Notes	31
	References	35

1. INTRODUCTION

What are standards? Is the process of standard-setting in the area of occupational health a "scientific" one? If not, what is the nature of the enterprise of standard-setting, and how can it be improved?

In the area of occupational health, we are used to thinking of standards in terms of numerical values representing permissible exposure levels for workplace contaminants. But although such values are most familiar, standards need not take this form. They can, for example, embody requirements for the installation of the best available engineering controls to limit exposure. Or, alternatively, they may take the form of numerical exposure limits, but those limits may be derived with reference to the reductions in today's workplace contaminant levels which could be achieved by anticipated future advances in control technology. Because of the general prevalence of numerical exposure limits, the present report concentrates on these, but it does indicate some alternative conceptions as well.

Chapters 2 through 4 suggest that although the products of scientific investigation play an indispensable role in the enterprise of standard-setting, the enterprise itself a social/political one, which involves policy decisions about the proper use of scientific evidence, the weighting of risks and benefits, and (crucially) the treatment of scientific uncertainty. The nature of the standard-setting enterprise is, however, far too seldom fully understood by those who are involved in it, or involved in setting up mechanisms for determining (and implementing) standards. Chapters 5 and 6 provide a discussion of how the process of standard setting might be carried out in ways which better reflect its underlying nature; they emphasize the role of information, and information systems, in improving the process.

2. STANDARD—SETTING:

Problems with the Nature of the Evidence

What Evidence Do We Have?

Probably the simplest category of problem to deal with in the standard-setting process is nevertheless a formidable one: the data needed to assess the relation between exposure to a particular substance and health effects may simply not be available. In 1980, the U.S. National Research Council initiated a project aimed at assessing the existing state of toxicological information about industrial products to which human beings might be exposed. The Committee's 1984 report (NRC, 1984) provides the results of this inquiry, based on an extensive search for toxicological information on a small random sample of chemicals in industrial and commercial use. "Minimal toxicity information was defined as specific combinations of five basic types of tests...": acute, subchronic, chronic, reproductive/developmental, and mutagenicity. Even for substances which are subject to more or less systematic testing before approval, such as pharmaceuticals and pesticides, substantial weaknesses were found in the available information. The Committee found that even minimal data were available for only 36 per cent of pesticide ingredients, 39 per cent of pharmaceutical ingredients and just 20 per cent of food additives. No toxicity information at all was found to be available for 38 per cent of pesticides, 56 per cent of cosmetic ingredients, and 46 per cent of food additives.

These figures are thoroughly unsettling, both with respect to the risks to consumers and with respect to possible occupational exposures. Yet the situation is even more serious with respect to "chemicals in commerce" which do not fall into one of these relatively specialized categories. (The Committee's sample here was drawn from some 47,000 chemicals listed in the inventory compiled under the U.S. Toxic Substances Control Act.) No toxicity information at all was found to be available for roughly four-fifths of these substances. For roughly one-fifth, minimal toxicity information was available and, for roughly one-tenth, a "partial health hazard assessment" would be possible. The limits to information did not appear to be less serious for chemicals used in large volumes. Information was no more abundant for chemicals with production volumes above one million pounds per year and those with production volumes below that level, or with unknown production volumes. Tests for chronic toxicity and for effects on reproductive/developmental biology appeared to be especially infrequent.

These results may be somewhat pessimistic, for a number of reasons. First, because the sample of chemicals for which searches of available information were conducted was extremely small, extrapolations from the sample to the entire universe of chemicals of concern should be made with caution. Yet even if we take the upper 90 per cent confidence limit of such extrapolations, the

results are not reassuring: estimates based on these upper limits would suggest that minimal toxicity information is available for only 30 per cent of "chemicals in commerce" (NRC, 1984: 84). Second, not all available information may have been located (for example, unpublished information in industry or government files). Third, because the sample of chemicals considered was random, it is unlikely to reflect the state of information on chemicals to which exposure is most widespread, or whose health hazards are most serious and easily identifiable.

On the other hand, the NRC review of the quality of test data for a subsample of 100 substances for which at least minimal toxicity information was available indicated serious problems with the completeness of the testing and the adequacy of the protocols used. In other words, considerable retesting and additional testing was found to be needed even for the substances for which minimal toxicity information was available.

For the process of standard-setting the implications of findings such as those of the NRC Committee are sobering, to put it mildly. Examination of the data base underlying a few of the most widely used "standards" in North American occupational hygiene, the ACGIH Threshold Limit Values (TLVs), suggests that even for the relatively few industrial chemicals for which TLVs have been set, problems of the kind identified by the NRC Committee exist. Louch (1982: 6) has noted that "the science that goes into an ACGIH recommendation is often sketchy at best," with reference to two specific substances:

> "Trichloroacetic acid is a chemical used in medical and pharmaceutical applications as well as in a number of laboratories and in the production of herbicides. ACGIH have established an occupational exposure limit of 1 part per million for this compound. The conclusion to the documents supporting this limit reads '1 ppm is suggested, based largely on analogy to 2, 2-dichloropropionic acid, and the above meagre data.' Essentially, they are saying that there isn't very much known about trichloroacetic acid, but it looks like dichloropropionic acid so we will set the same occupational exposure limit. I wonder if this is science.
>
> One last example, n-valeraldehyde is a colourless liquid used in flavouring compounds, resin chemistry and as a rubber accelerator. The conclusion to the documentation supporting an exposure limit of 50 parts per million reads as follows: '50 ppm is recommended for the prevention of irritation to the skin and eyes. Industrial experience is needed to evaluate the suitability of this limit.' What they are saying here is that again, we don't know very much about the chemical but let's try it on workers and see what happens."

One further instructive example is that of the TLV for acrylamide, which is set at 0.3 mg/cubic metre of air. The principal experimental evidence on which this limit is based consists of a bizarre one-year feeding study in which cats were isolated as the most sensitive species. Two of the three controls died within the first month of the experiment, and the two cats being fed at 0.1 and 0.03 mg/kg/day, and one of the two cats being fed at 0.3 mg/kg/day, died within the first four months of the experiment. The surviving cat at this last exposure level did not appear affected by the substance, although some neurotoxic symptoms appeared in the one cat being fed 1 mg/kg/day which was allowed to survive the full study period-from which it is induced (by ACGIH) that "dietary levels... between 0.3-1 mg/kg represented a *no-ill-effect* dosage." (Emphasis in original.) The authors of this study concluded that workers should be prevented from absorbing more than 0.05 mg/kg/day of acrylamide, and ACGIH calculate the TLV based on an assumption of a respiratory exchange of 10 cubic metres a day.

This example illustrates several important problems with the treatment of evidence in standard-setting, which are examined in somewhat greater detail later in this paper. One is the uncertainty associated with using exposures in animal experiments as the basis for determining exposure limits for human subjects. Another is the potentially under-protective nature of standards which are set on the basis of clinical/ behavioral observations in either animal experiments or human subjects, since the mechanism of acrylamide's neurotoxic action is not completely understood and there is considerable evidence of physiological damage to nerve tissue associated with exposures which may be unaccompanied by clinical manifestations (LeQuesne, 1985). The point of most immediate interest is that problems associated with the incompleteness or poor quality of the scientific information base are not just an academic concern, nor are they confined to the frontiers of science or of standard-setting: they afflict standards which are already in general use. In some cases, the problem may be one of incomplete review or consideration of the available data, rather than an incomplete data base. The Canadian

Union of Public Employees (1982) recently suggested that the former explanation could be applied to TLVs for welding fumes, asphalt fumes, malathion, and 2,4,5-T. Whatever the reasons, the NRC's consideration of data quality issues suggests that the problem of "two-cat" standards like the acrylamide TLV is a serious one, and is likely to remain so for some time to come.

A further factor undermining the illusion that standard-setting is a scientific process involves the now almost universal practice of setting standards for airborne contaminants on the basis of time-weighted average (TWA) exposure. However, a recent review of the evidence (Atherley, 1985) indicates that the empirical evidence supporting the use of TWA as an index of dose is extremely weak. TWA appears to have achieved its present status partly by virtue of convenience, and partly because it appeared to provide a more accurate indication of dose than the alternative of setting maximum single values for concentrations of airborne contaminants. "All this uncertainty, at first glance, appears to lead logically to biomedical surveillance but this... is having the undesirable social effect of displacing attention from the workplace where the contamination originates, to the workers' bodies, where the toxic reactions occur" (Atherley, 1985: 486). Thus a direct conflict of priorities arises between the scientific and the social objectives of occupational health policy.[1]

In practical terms, the limited availability of toxicological information and the questionable quality of some of the data which are available present major difficulties for comprehensive assessment of potential health hazards from occupational exposures. At a conceptual level, the solutions are not hard to see. The quality of existing data and the extent to which they should be relied upon for standard-setting purposes can be addressed by auditing studies, as is being done with increasing aggressiveness in the United States at least, or sometimes simply by reading them. Data availability problems with respect to substances exposure to which is already widespread can be addressed by allocations of substantial additional resources to toxicological research, and/or by regulatory requirements for retesting. And the growth of data availability problems can be curbed by pre-manufacture or pre-market requirements for minimal testing of new chemical substances, which are gradually being adopted by most industrialized countries.[2] These solutions are, to be sure, contentious and expensive, but they are straightforward in the sense that all they require is money and manpower. Other problems associated with the scientific evidence used in standard-setting are more complex and intractable. Two of these which are particularly important in the occupational health context are discussed in the sections which follow.

What Evidence Can We Have?

Animal Experiments

The impropriety of human experimentation is now generally acknowledged. This constraint may seem at times to be honored more in the breach than in the observance, yet it has served to establish the use of animal test systems as an essential element of developing the scientific basis for exposure standards. As the basis for understanding physiological mechanisms, extrapolation from animal experiments to human subjects is often not only valid, but straightforward. As the basis for selecting appropriate exposure levels for workplace contaminants, however, the use of animal test systems raises the question of how to select a basis for assessing the quantitative relevance of their results to human experience.

Important issues include the need (and often the difficulty) of establishing in any conclusive way the relative sensitivity of the animals being tested and of human beings, and the related choice of a scaling factor to calculate the human equivalent of doses administered in laboratory experiments (Dourson and Stara, 1983). In tests for carcinogenicity, "the choice of scaling factor can make a difference of up to fortyfold in estimating human risks" (Office of Technology Assessment, 1981: 170). In the case of most toxic substances, problems of interspecies adjustment are often dealt with by "allowing a margin of error" with respect to a no-observed-effect level (NOEL) "through the use of a safety factor to encompass the possibility that man may be more sensitive than the test animal species tested and that individuals in the human population may be of varying sensitivity themselves" (Miller et al., 1983: 69). Despite some empirical support, such safety factors are really better referred to as uncertainty factors (Dourson and Stara, 1983). Safety factors cannot therefore normally be chosen or applied on a scientific basis; rather, their choice and application represents a policy choice about how the available scientific data are to be treated, used or interpreted.

Relatedly, an underlying assumption of this procedure is

"...that a threshold exists in the dose-response

relationship between the NOEL and the lowest effective dose. It is now widely recognized, however, hat the NOEL depends on the number of animals tested and that the observation of no responses in even a relatively large group of test animals does not provide absolute assurance of safety." (Miller et al., 1983: 70).

Thus, discussion of "thresholds" is really about the shape of the dose-response curve at low doses.

The difficulties of empirical observation of dose-response relations at the low doses of concern in terms of human exposure were dramatically illustrated by the ED_{01} ("mega-mouse") study—a series of experiments involving more than 24,000 mice, with the acknowledged carcinogen 2-acetylaminofluorene (2-AAF) as the toxic agent. The objective was to discover the effective dosage which would produce a one per cent tumor incidence and enable experimenters "to study the shape of the dose-response curve with precision about one order of magnitude greater than that generally obtained from current carcinogenesis screening studies" (Cairns, 1980: 3). One per cent is still a tremendously high incidence rate (corresponding to a lifetime risk of 10,000 additional cancers in an exposed human population of one million), yet it is a much lower incidence than that which would likely be detected in a standard laboratory test.[3]

Two separate endpoints, bladder tumors and liver tumors, were isolated. Bladder tumors among exposed mice showed an extremely steep dose-response curve which superficially suggests the existence of a no-effect level. However, for statistical reasons: "Even with these large sample sizes we can be confident only that the lifetime bladder tumor rate at 30 ppm," the lowest dosage tested, "is less than 9 per 1000, certainly not the equivalent of a threshold effect." (Gaylor, 1980: 180-181). A "cautious," linear extrapolation at the low end of the dose-response curve for bladder tumors yields a predicted upper limit of risk of one in a million at an exposure of 10 ppb. This dosage

> "...is 3000 times lower than the lowest level of 30 ppm used in the study. Some people argue that tests should be conducted at human exposure levels. If risks at these levels were on the order of one per million, several million animals per test would be required to determine if a carcinogenic risk existed. Even testing at 100 times the allowable level is not sufficient to insure adequate safety. Hopefully, the risk at 100 times the allowable dosage would be low, possibly requiring thousands of animals to detect such risks." (Id.)

The study found the dose-response relation for liver tumors "to be nearly linear, indicating absolutely no tendency for a threshold dose. Linear extrapolation from the lowest experimental dosage predicts a risk of less than one in a million" from lifetime feeding of 2-AAF at a level of 0.4 ppb. "The corresponding dosage for bladder tumors was 10 ppb." (Id.) The ED_{01} study's conclusions with respect to liver tumors suggest another common, and important, limitation of the ability of many experimental designs to generate meaningful conclusions about dose-response relations at low doses:

> "For animals sacrificed at 18 months, liver tumors were observed in 5.8% of the animals at the highest dosage level tested. Had a typical number of 50 animals been used, and had the study been terminated at 18 months, which is not uncommon for safety tests using mice, liver tumors would have gone undetected. Thus, the tumor endpoint which posed the greatest risk at low doses would have been overlooked. In fact, even bladder tumors would not have been detected by 18 months with 50 animals except at the highest dosage of 150 ppm..." (Gaylor, 1980: 182)

The findings from this study, which was tremendously time-consuming and expensive to perform, demonstrate that we usually do not know (and indeed, may well never know) whether NOELs emerging from experiments conducted with a specific substance represent a genuine absence of effect or merely reflect a failure to detect effects which might still be highly important when extrapolated to a large exposed human population. The use of safety/uncertainty factors takes this consideration into account. However, to reiterate the point made earlier, their use assumes the existence of biological thresholds. In the absence of this assumption, the choice of an uncertainty factor represents a normative decision about acceptable risk.

Controversy over thresholds is most familiar in the context of stochastic effects such as radiation-induced carcinogenesis, "in which the likelihood, but not the severity depends on the dose" (Wrenn and Mays, 1983: 674). However, the validity of the concept of biological thresholds is also called into question by studies of non-stochastic effects, such as those associated with exposure to lead and carbon monoxide. Hernberg et al. (1970) and Roels et al. (1976) have conspicuously failed to

demonstrate a threshold level of lead in blood below which inhibition of the enzyme delta-aminolevulinic acid dehydrase (delta-ALAD) does not occur. Studies by Otto et al. (1981, 1982) of lead effects on the central nervous system found a linear relationship between blood lead levels and slow wave voltage in lead-exposed children over a range of blood leads from 7-59 ug/100 ml; they concluded "that even very low levels of body Pb burden affect this parameter of brain function, i.e., a 'no effect' threshold does not appear to exist." (Otto et al., 1981: 236). And Silbergeld and Hruska (1980) warn against assuming the existence of thresholds for neurotoxic effects based on knowledge of their neurochemical mechanism. The mechanism of carbon monoxide intoxication (binding with hemoglobin) would suggest the absence of a threshold for its effects at the biological level. DuBois (1970: 427) noted that studies of CO-related neurological effects show a dose-response which appears to be linear, suggesting the absence of an actual threshold, and argues that this fact means we should "ask: how much decrement in function are we willing to tolerate under conditions of public exposure...?"

What Evidence Can We Have?

The Limits of Epidemiology

At first glance, at least, the problems associated with extrapolations of results from animal test systems would appear to be avoided in cases where studies have been or can be undertaken of direct human exposures. But other factors combine to limit the ability of epidemiology to detect health effects on exposed workers. Some of the most familiar relations between workplace exposure and particular diseases have been identified or confirmed on the basis of epidemiological studies, in part because of the extreme rarity of the effect (e.g., mesothelioma in workers exposed to asbestos).[4] But many other work-related diseases are likely to be more difficult to identify because they are attributable to a number of causes, only some of which may involve occupational exposures. Levy and Wegman (1983: 34-35) argue that the work-relatedness of respiratory diseases, hearing impairment, coronary artery disease, liver disease and neuropsychiatric problems may be overlooked at the level of clinical diagnosis because the effects in question are not distinctively or unequivocally attributable to agents present in the workplace and because of the frequent failure of physicians to obtain complete work histories.

In contrast to carefully controlled laboratory situations, rarely are the available data on workplace exposure levels accurate or complete enough to permit the construction of dose-response relations. A further and related problem, also (it is hoped) absent from experimental situations, is the obvious inability to control for exposures to stressors other than the individual substance whose suspected effects are the object of the study. In the workplace, multiple simultaneous or successive exposures are probably the rule rather than the exception—making extremely difficult, or limiting the usefulness of, many studies designed to assess the effects of a single substance in isolation. (This problem applies to animal studies as well, of course.) To some extent, this obstacle can be overcome by designing studies to assess the connections between disease and exposure to particular industrial processes (e.g. nickel mining) or groups of agents with similar uses and effects (e.g. solvents). Such studies may demonstrate quite effectively the need for improvements in working conditions, but they are of limited relevance to the establishment of numerical exposure limits for individual substances.[5]

The importance of these considerations is highlighted by a survey (Karstadt et al., 1981) of U.S. firms manufacturing, processing, or using the 75 substances classified by the International Agency for Research on Cancer (IARC) in 1979 as confirmed carcinogens in animals but not—because of inconclusive or insufficient epidemiological evidence—in human beings. Epidemiological studies were found to be available for only eight of the 75 substances, with studies of four more under way. (No investigation of the quality of the studies was reported.) In many cases, it would be of little value to carry out such studies because of, e.g., limited elapsed time since the beginning of exposure; the small number of exposed workers; and difficulties in tracing workers (Karstadt et al., 1981: 231-235). "Given the obstacles to performance of such studies, it is unlikely that many of the remaining chemicals could be studied using epidemiologic techniques" (Id.: 240) These diffculties are not, of course, unique to studies of cancer incidence. Many or all of them would be encountered in any study concerned with effects, such as congenital malformations, detection of even slight increases in whose incidence is essential to protect workers' health, or with effects attributable to long-term exposures. Thus, waiting for epidemiological evidence often amounts to waiting for the unobtainable.

A further inherent constraint on even the best-designed epidemiological studies is their limited statistical power. This term refers to the probability that a given study design will be able to detect a given health effect (most often, an increased risk of specified proportions of incidence of or mortality from a specific disease). The statistical power of occupational mortality studies is a function of the number of expected deaths (in turn determined both by sample size and by the relative frequency of the cause of death being examined) and of the magnitude of the increase in risk for exposed vs. control populations. Haines and Shannon (1983) reviewed a selection of published occupational mortality studies and concluded that "a large proportion of SMR (Standardized Mortality Ratio) studies have a low probability of detecting, among exposed subjects, an increase in the incidence of disease or of cancer at predicted sites of 50% above that of unexposed subjects." Statistical power limitations have also been acknowledged in a growing number of individual published studies. The authors of a mortality study of some 30,000 underground nickel miners at Inco's Sudbury area operations estimated that the study "provided good power (at least 75%) to detect an underlying lung cancer SMR of 125, an SMR of 200 for kidney cancer, an SMR of 300 for laryngeal cancer and an SMR of 500 for nasal cancer. Thus, even with this large sample size we cannot be confident about detecting substantial excesses in the rarer forms of cancer, if present" (Roberts and Julian, 1983: 256). The report of a study of lung cancer mortality among a group of Sarnia, Ontario workers exposed to glass fibre (Shannon et al., 1984) noted that there was only a 42 per cent chance that the study would detect a doubling of the risk of death from lung cancer at a conventional level of statistical significance. And a study of adverse reproductive effects among members of the Oil, Chemical and Atomic Workers International Union (OCAW) exposed to halogenated hydrocarbons (Savitz et al., 1984) had only a 46 per cent chance "of detecting a 50 percent increase in congenital defects among exposed workers' offspring".

This last example illustrates that although statistical power constraints are most often cited with respect to mortality studies, they are equally relevant to the evaluation of epidemiological studies where death is not the endpoint. For statistical reasons, the best-designed epidemiological studies will still tend to "lose" moderate work-related increases in disease incidence among exposed study populations. Quite apart from the ethical implications of relying on epidemiology as a source of information on health hazards, then, there are some fundamental inherent weaknesses in what looks like the most reliable and relevant kind of evidence for the existence of work-related hazards. This is far more than merely an academic issue; some implications for standard-setting from a policy perspective are discussed in the Chapter which follows.

3. STANDARD-SETTING:

Evaluating the Evidence

Living with the Inescapable

The preceding discussion emphasizes the pervasiveness of uncertainty with respect to scientific evidence of health effects. Several frameworks have been suggested for classifying the nature of uncertainties related to scientific evidence, and for responding to them at the level of public policy. Grant (1982: 165-169) suggests that we should distinguish three categories of substances for legal purposes. The first two categories involve substances whose toxicity has been demonstrated empirically, through the construction of a dose-response curve, and those whose toxicity has not been demonstrated. The third category consists of substances whose toxicity is "empirically undemonstrable," that is to say, it "cannot be documented by a dose-response curve despite the fact that such toxicity may inflict serious injury. Undemonstrable toxicity is most often associated with low levels of chemical exposure that continue over a prolonged period."

Grant uses the leukemogenicity of benzene at levels below approximately 100-150 ppm as an example of an undemonstrable toxic effect—undemonstrable because leukemia "is a latent disease of non-specific etiology"; because, although benzene's leukemogenicity is demonstrated at higher exposures, the biochemical mechanism is unknown; because of the absence of corroborating animal experiments; and because of the impossibility of conducting prospective epidemiological studies of benzene's leukemia-inducing effects (id., 173). She does not mention, although she should, the limited statistical power such studies would be likely to have, even if they could be conducted. Neither does she address the issue of how strength-of-evidence issues should be resolved in cases where epidemiological evidence is not (and quite possibly, could not be made) available—one of the most important and frequent situations confronting standard-setters. A discussion which better illuminates

the many dimensions of uncertainty is provided by McGarity (1979), who isolates a range of "science policy" issues in the resolution of factual uncertainty in the regulation of carcinogens. Science policy issues are defined as questions which involve both elements of science and of policy.

The first category of science policy issues consists of "trans-scientific" questions, defined by Weinberg (1972: 209) as questions which, "though they are, epistemologically speaking, questions of fact and can be stated in the language of science, they are unanswerable by science: they transcend science." Weinberg uses as examples the experimental determination of the dose-response curve for effects of low-level ionizing radiation (a specific instance of the generally trans-scientific nature of extrapolations of carcinogenic effects at low dose levels) and the prediction of probabilities of extremely improbable events, such as catastrophic nuclear reactor accidents. McGarity (p. 734) notes the particular relevance of the concept of trans-scientific questions to the issue of thresholds for carcinogenicity, pointing out that regulators "cannot find as a factual matter whether a threshold 'no-effect' level exists," nor will waiting for more definitive evidence enable them to do so.

A second category of science policy issue involves situations in which insufficient scientific data are available, but in which (unlike those cases which involve trans-scientific issues) they could be made available with realistic additional research effort or expenditure. Policy decisions in such cases, suggests McGarity (p. 737), should be made on the basis of costs and benefits, the most important element being "the potential effect on health prior to completion of an experiment that will provide data sufficient to support a final decision." It should be noted in this context that "to the extent that the costs and benefits of delay are uncertain," which they almost always are, "the decision whether to decide must be policy-dominated" (McGarity, 1979: 738).

Two further categories of science policy issues involve varying scientific interpretations, and disagreements over inferences to be drawn from the available data. As an example of the former kind of question, McGarity cites disagreements among pathologists over the diagnosis of lesions produced in experimental animals by suspected carcinogens, and among epidemiologists over the interpretation of equivocal study results. The latter category is exemplified by inferences of carcinogenic hazards to human beings on the basis of positive bioassay results. Ashford et al. (1983: 312) argue that in fact this last category of science policy questions (disagreement over inferences) "only describes the first two in another way," a comment which does not in any way restrict the usefulness of McGarity's general classification.

Occupational (and environmental) health problems do not allow standard-setters the luxury of deferring action. In an important United States court decision (which upheld the validity of OSHA's proposed standards for workplace exposure to lead), Judge J. Skelly Wright observed that "OSHA cannot let workers suffer while it awaits the Godot of scientific certainty."[6] The particular uncertainty which Judge Wright was addressing in this instance involved the availability of technologies which could reduce worker exposures to the levels required by the standard, but the observation is equally applicable to assessments of the strength of evidence for the existence of health hazards. A former senior official of the U.S. Environmental Protection agency explains:

> "[T]he regulator's every action—or inaction—represents a decision of some kind. For example, postponing action on some chemical until there is better information is a decision; taking precautionary action in the meantime is a decision; delaying action for the time being because of limited resources or other priorities is a decision.
>
> There is no way to escape this difficulty. A regulator may say that he is postponing a decision, but this is just another way of saying that he has decided to postpone action. Whichever way he goes, he runs the risk of making the wrong decision in the midst of pervasive uncertainty. The law of averages says that he will not be right every time. Therein lies the inevitability of being wrong." (Jellinek, 1981: 43-44)

These observations, and the discussion in Chapter 2, suggest that science policy issues, as defined by McGarity, are a crucial element of the enterprise of standard-setting. How, then, should standard-setters resolve the uncertainties?

Standard of Proof:
A Crucial Concept, A Crucial Choice

A "standard of proof" is simply a decision as to how much evidence will be taken as sufficient to support a particular hypothesis. In law, the concept is most familiar from the distinction between standards of proof in civil cases (the balance of probabilities; the "more likely than

not'' test) and in criminal trials, where proof ''beyond a reasonable doubt'' is demanded.[7] This distinction is an element of social policy, rooted in a set of firmly held beliefs about the relative undesirability of two different types of errors. Because of the potentially serious consequences to the defendant, and the moral opprobrium associated with criminal conviction, the criminal justice system operates on the principle of guarding against false positives; it is considered much more objectionable to convict an innocent person than to let a guilty one go free. The ''asymmetrically high cost'' is associated with acting on the basis of a false positive (Page, 1978). The law reflects the fact that the asymmetry between the consequences of acting on the basis of false positives and false negatives is (generally) less pronounced in civil cases by requiring plaintiffs to meet a less demanding standard of proof.

Hypothesis-testing in science, as in the criminal courts, operates on the basis of limiting false positives (i.e., incorrect rejections of the null hypothesis)—for example, by designing studies to guard against the influence of all possible confounding variables; by demanding replication of study results before accepting them as demonstrating the validity of a particular hypothesis; and by applying tests of statistical significance which reject results whose probability of being due to chance (referred to as the p value) is greater than a specified figure (usually 5 percent, or a p value of (0.05, corresponding to one chance in 20 of a false positive). There is a direct tradeoff between statistical significance and statistical power—i.e., the higher the degree of confidence demanded by the researcher, the lower the probability that a given study design will be likely to detect an excess risk of a given magnitude. This tradeoff is most familiar from the area of epidemiology, as noted in Chapter 2, but applies as well to the power of animal experiments (Page, 1981). Yet, ''[r]arely are tradeoffs involving the relative consequences of the two types of error, used by the investigator in determining the maximum acceptable probability of incorrectly accepting the null hypothesis.'' (Darby, 1979: 111-112)

It is hard to see how the scientific enterprise could function without such rigorous reluctance to accept positive results. Demands for high levels of statistical significance provide a useful illustration of the general point that the standard of proof demanded by scientists, as scientists, may be thoroughly inappropriate when applied to science policy questions. In such situations (as in the case of hypothesis-testing in the courts) what is at issue should be the relative consequences of the two different types of errors. Darby (1979: 116) points out the importance of distinguishing scientific from science policy questions in this context:

> ''[A] risk/benefit assessment is part of every public policy action which is based upon the interpretation of the results of a scientific investigation. The risk/benefit assessment comes in the form of a judgment about the relative undesirability of performing a statistical analysis of the experimental data which either incorrectly rejects or incorrectly accepts the null hypothesis. The assessment may be included implicitly (and perhaps, unknowingly), when the decision-maker acts only upon experimental evidence which is acceptable to the scientific community.''

The ''Delaney clause'' in United States food and drug legislation prohibits the use of any food additive which has been shown to cause cancer in animals or man. It has been widely viewed as embodying a ''zero-risk'' philosophy, and widely criticized (by industry) on this basis. However, the analysis provided here suggests that the Delaney clause may in fact :

> ''...be a rather weak mechanism which always includes a risk/benefit assessment. Given an explicit risk/benefit assessment in which the risks far outweigh the benefits, a decision-maker would probably ban a substance based on evidence of carcinogenesis which would not be significant enough to be accepted by the scientific community...'' (Darby, 1979: 117).

Page (1978: 237) has drawn attention to the issue of the relative consequences of the two types of errors by noting that: ''In the extreme, the approach of limiting false positives requires positive evidence of 'dead bodies' before acting. It does not matter that the cost of a false negative may be much higher than the cost of a false positive or even that the probability of a false negative may be substantially higher than the probability of a false positive.''

The principle of limiting false positives can be reflected in standards in other ways than those associated with statistical analysis. In a discussion of the ''bias toward science'' which is evident in American National Standards Institute standards for exposure to microwave radiation, Steneck (1983) points out that the criteria used by ANSI to determine which studies will be considered for purposes of standard-setting have the effect of

excluding all epidemiological studies of microwave radiation effects. "The demand for such rigor is not the necesary product of science—it is the result of embracing a philosophy of science" (Steneck, 1983: 139). He goes on (p. 141) to expand on the implications of that philosophy by arguing that the primary goal of the ANSI microwave standard

> "...is to map out as precisely as possible the highest possible dividing line between known hazards and assumed safety. The assumption that is being made is that when one is walking along the edge of a potentially dangerous cliff, the best way to keep from falling is to know exactly where the edge is. Theoretically, if all of the twists and turns were properly plotted, one would not fall. (It is difficult not to point out in this regard that one could also avoid falling by not walking so close to the edge.)"

Evaluating scientific evidence for purposes of standards invariably requires choosing a standard of proof, at least by implication or default. Such choices reflect how close to the crumbling edge of the cliff exposed individuals are to be allowed to venture; they imply a balancing, either implicit or explicit, of the risks and benefits of the activity or substance involved. Thus (for instance) arguments that "[n]o product should be banned on the basis of a scientific prediction of an adverse effect, but only on the basis of solid evidence that the damage is occurring" (quoted by Page, 1978: 242) implicitly attach a very high value to the benefits derived from the product's sale or use, and a relatively low value to the avoidance of the potential risks. Information about the risks may be inconclusive because of considerations of trans-science, insufficient (but obtainable) evidence, varying scientific interpretations or other factors—illustrating that the observations made here about standards of proof are applicable to all categories of science policy issues as defined by McGarity.

Whatever else they do, standard-setters must be cognizant of the fact that standards of proof with respect to the treatment of scientific evidence cannot be chosen on a "scientific" basis. Indeed, scientists as scientists have no special competence with respect to such choices beyond explaining the nature and dimensions of the uncertainties in question. Two examples may be useful by way of illustration.

Example: Reproductive Health Effects of VDTs

Concern about the possible reproductive hazards of work with video display terminals or units (VDTs or VDUs) has arisen as a result of several case clusters of abnormal pregnancies apparently associated with VDT-related work (Beauchamp, 1983). In an evaluation of the then-available evidence concerning reproductive hazards, Ontario's Advisory Council on Occupational Health and Occupational Safety (ACOHOS) noted that:

> "Since the questions surrounding the potential hazards of VDUs cannot be answered on the basis of existing scientific evidence, the reported clusters...cannot be dismissed lightly. If further investigation should demonstrate that a quantifiable risk to pregnant operators does, in fact, exist, the magnitude of the resulting problem could be enormous. Therefore, until such time as the current uncertainty is resolved, a precautionary approach should be taken." (ACOHOS, 1983: 199).

ACOHOS proposed implementing this precautionary approach through requirements for shielding of the flyback transformers of VDTs to reduce emissions of radio frequency radiation (id.: 197); requiring employers to offer alternative work to pregnant VDT operators without financial penalty, and providing compensation for affected employees if alternative work was not available (id.: 199-200).

The Minister of Labour responded by noting that:

> "I am still unclear as to whether the recommendations...are premised on a positive finding that VDTs are injurious to the health of pregnant employees, to the fetus, or to both. Until a definitive reply is provided to this threshold question, it is difficult for me to assess the various policy options to which Council has referred." (ACOHOS, 1983: 208-209)

The Chairman of the Council, in turn, conceded that there was "no scientific evidence" of reproductive hazards (ACOHOS, 1984: 162), but did attach to this response a brief review of evidence suggesting that under some conditions people working in offices where VDTs were being used might be exposed to extremely low frequency pulsed electrical fields of a strength the implications of

whose effects for human health "were not clear" (id.: 166) and emphasizing the inexpensiveness and effectiveness of flyback transformer shielding in reducing RF field strength. The Minister replied that the ACOHOS recommendations on shielding and reassignment "appear[ed] not to be justified by the available scientific evidence," (id.: 172-173) but promised continuing monitoring of studies of VDTs and users...and there, for the moment at least, the matter rested.

There is no intention here to pick on Ontario: similar controversies have occurred in any number of other jurisdictions (McCloud, 1983; Tuthill, 1985). The Ontario debate is cited simply to illustrate some important contrasts between perspectives on standard-setting which focus on the strength or sufficiency of scientific evidence, and those which emphasize a precautionary approach—a frequent conflict in the occupational health field.

The VDT controversy in many respects typefies a pattern "which is very often true in regulatory toxicology. If the scientific community doesn't understand the mechanism of the toxicity that is being regulated, there is an enormous resistance to that regulation, no matter what the facts are" (Rall, 1982: 391). Assenheim (1979) and Steneck (1983) discuss this pattern in the assessment of health effects of microwave radiation: because the mechanism of injury was believed to involve heating of affected tissue, little importance was attached to reports of effects observed at energy levels inconsistent with measurable thermal effects. When "the facts" are themselves in some dispute, as is the case with reference to case clusters of adverse reproductive outcomes among VDT workers, the problem becomes even more acute.

However, the essence of the precautionary approach is that it aims to avoid having to find out the hard way about the accuracy of apprehended relationships between environmental factors and human health. An observation made by Bates (1979: 303) in this context is worth quoting at some length:

> "The classic episode in the history of disease prevention occurred in London in 1854. There was an epidemic of cholera in the neighborhood around Broad Street. John Snow, the hero of the story, studied the habits of the victims and found that almost all obtained their water from the well on Broad Street. Swift action was taken; the pump was closed down and the epidemic rapidly subsided. This action was taken before there was a clear understanding that the disease was caused by exposure to the bacterium *Vibrio cholerae*. One can imagine the reaction that might occur today if it were proposed to close down the pump on the basis of evidence of the kind obtained by John Snow.
>
> Many scientists would point out that it had not been conclusively demonstrated that the water was the cause of the disease. They would be troubled because of the lack of satisfactory theoretical knowledge to explain how the water could have caused the disease. Furthermore, other habits of those who had become ill had not been adequately investigated, so it would not be possible to rule out other causes of the disease. These scientists would have been correct. Others would have pointed out that some members of the community who drank from the Broad Street well had not succumbed to cholera. Thus, even if there were something wrong with the water, there must be other factors involved, and if these could be controlled, they would not have to be concerned about the water. These conclusions are also correct....Finally, if the pump had been owned by an individual who sold the water, he would certainly have protested against closing down his business on the basis of inconclusive evidence of hazard."

To emphasize the point made earlier, there may be sound reasons for controlling exposures to chemicals or physical agents on the basis of evidence which is insufficient, or inconclusive, in scientific terms. This was the point ACOHOS was trying to make, and this is why the Minister's responses miss the point. "Insufficient" evidence is not *no* evidence.

If there are adverse reproductive effects associated with RF emissions from VDTs, it may well be possible eventually to document these from epidemiological studies. However, it has been hypothesized that these effects might be related to pulsed very low frequency (VLF) fields emitted by the flyback transformer which is a component of all VDTs (Marha et al., 1983), about whose biological effects only limited scientific information is available. If this is the case, sensitive epidemiological studies will be extremely hard to design since the intensity of VLF fields varies widely around VDTs (with the highest emissions behind, above and to the sides of the terminal) and with distance from the unit (Marha and Charron, 1985). In addition, of course, precautionary measures taken by equipment manufacturers or employers, whether they involve

shielding flyback transformers to reduce VLF fields, protective worker reassignment, or modifications in office layout, will (as they should) make definitive epidemiological evidence harder to obtain. This fact highlights the potential for direct conflict between the objective of increasing worker protection and that of establishing scientific certainty by waiting for an epidemiological Godot.

Example: Thresholds for Carcinogens?

A more familiar controversy, which raises a slightly different set of issues, is the debate about whether or not thresholds can be said to exist for at least some carcinogens. Fishbein (1980) points out that it is essential, as a first step, to distinguish biological thresholds from "practical" thresholds, below which "an attributable carcinogenic response is highly unlikely".

The problem with resolving the biological threshold issue through additional research is, of course, that a number of alternative hypotheses about dose-response relationships are all compatible with the data from animal experiments of any economically feasible size. Gaylor (1979: 183, emphasis added) suggests that the ED_{01} study "demonstrates the *impossibility* of establishing time-dose thresholds even with large numbers of animals"—suggesting that, for the present at least, the existence of biological thresholds remains a trans-scientific question. On the other hand, Stokinger (1981: 286) has criticized linear extrapolations as "unrelenting, specious statistical gimmicks...used as a solid defense for the extreme actions taken by health regulators" based both on arguments about the nature of cancer causation and on a number of animal experiments which identified tumor-free doses of particular carcinogens.

Disputes about the shape of the dose-response curve for carcinogens reflect competing models of dose-response relations at low doses which are (and must be, given constraints such as those identified in the ED_{01} study) the product of chains of inferences rather than of direct experimental observation. Stokinger's argument shows a clear confusion of biological thresholds with observed no-effect levels, and highlights the importance of distinguishing between negative evidence and the absence of evidence at a more direct, statistical level than the VDT controversy. Page (1981) points out that without analyses of statistical power, such "negative" bioassay findings are completely meaningless. Rall (1978), a strong critic of the threshold assumption, notes that the problem is not the existence of a biological threshold, defined by the number of molecules of a chemical which are required to produce a carcinogenic effect (the point made by Stokinger), but rather the difficulty of determining the actual number required, and the variability of that number among individual members of the population. He goes on (p. 165) to emphasize "the implications of each of the two possible decisions that might turn out to be wrong":

> "If thresholds do exist and the regulatory decisions are based on a no-threshold concept, there will be short-term economic losses. If thresholds do not exist and the regulatory decisions are based on thresholds, then there will be fewer short-term economic losses, but we would face a future of damaged human somatic and germinal DNA and an increased incidence of neoplastic disease."

This is a form of risk-benefit comparison which attaches an extremely high value to the avoidance of adverse health effects as compared with the benefits of the economic activity which creates them. Economists might very well challenge such a weighting, defending economic efficiency as a primary policy objective and arguing that the ends of efficiency are much better served by a formal cost-benefit analysis of health standards. Some of the demerits of this claim are examined in the next Chapter. The point which is essential in the present context is simply that standard setters must acknowledge that in areas of scientific uncertainty, decisions about the sufficiency of evidence for purposes of taking precautionary or protective action imply choices among alternative sets of consequences, based not on science but on what McGarity would call policy and others might call by such names as values, priorities, or preferences.

Defining Adverse Effects

According to ACGIH (1985), TLVs are set at exposure levels "to which nearly all workers may be repeatedly exposed, day after day, without adverse effect". But what should be treated as an adverse effect? Hatch's (1962) concept of an "impairment-disability curve" has been highly influential in this context. The horizontal axis represented an impairment scale with gradations ranging from normal adjustment through compensation to breakdown and failure. The vertical axis indicated the medical consequences of impairment, ranging from health through disturbed function through disease and death.

The use of such a curve in setting standards clearly implies a substantial element of judgment, as do the observations of the World Health Organization (WHO, 1975: 10) that several different criteria of health impairment can be used, including changes in biological and morphological parameters; changes in the physical state and the function of physiological systems; changes in well-being (e.g. drowsiness, irritation) to be evaluated through medical histories; and integrative changes that may be produced by effects on several physiological systems. The WHO authors argued that a "*statistically significant effect as such is not the same as impairment of health*; one should therefore distinguish between effects as such and adverse effects, i.e., unacceptable effects. What is regarded as unacceptable (not permissible) is a matter of interpretation and ultimately of choice." (Emphasis in original.) Clearly, here, science is at best only one element of defining health. The WHO report distinguished among effects agreed by general consensus to be adverse (e.g. aminolaevulinic acid level of 20 mg/litre in urine, indicative of excess lead absorption); effects that may be considered to be adverse, like sublinical decreases in nerve conduction velocity in lead-exposed workers; and effects possibly related to exposure and to health impairment, "*but about which there is no consensus*" (emphasis added). Consensus is, of course (like the standard of proof adopted with respect to the second category of effect cited) a social, not a scientific endpoint.

Example: Byssinosis

A striking instance of "defining away" physiological impacts can be observed with respect to byssinosis or brown lung. This condition has been associated with exposure to cotton dust for over a century in Europe (Corn, 1981: 335-343), yet its recognition as a specifically work-related disease in the United States was delayed, partly at least, because "[i]n the American south byssinosis existed in an industry and within a social framework that helped to retard the acceptance of byssinosis as an undesirable but controllable disease." (Id., p. 351). As late as the end of the 1960s, textile industry spokesmen were describing byssinosis "as a 'syndrome complex' rather than a disease in the usual sense" and as dismissing the term as "a thing thought up by venal doctors who attended last year's ILO meetings in Africa where inferior races are bound to be afflicted by new diseases more superior people defeated years ago" (quoted by Corn, 1981: 345). Further comment is superfluous.

Example: Health Standards for Occupational Lead Exposure

The treatment of the health effects of occupational lead exposure illustrates the importance of both the choice of standard of proof and the definition of adverse health effects. The long-standing TLV of 0.15 mg/m^3 of air was derived initially on the basis of its presumed ability to prevent serious cases of clinically identifiable lead poisoning (Russell et al., 1933), and Smyth (1956) noted that the standard would not prevent some mild cases. This standard was subsequently justified on the basis that it was adequate to ensure the maintenance of blood lead lead levels below 80 ug/100ml, below which adverse effects on health were thought not to occur (Kehoe, 1961). This presumption remains widespread (and the TLV remains at 0.15 mg/m^3) despite the accumulation of evidence of alterations in peripheral nerve conduction velocity, accompanied by complaints of numbness in the arms, among workers with blood lead levels below 70 ug/100ml (Seppalainen et al., 1975, 1979); decreased numbers and motility of sperm cells in men with average blood lead levels of 41 ug/100 ml (Lancranjan et al. 1975); subtle deteriorations in central nervous system function among workers with blood leads above roughly 30 ug/100 ml (Mantere et al., 1984); and inhibitions of enzyme activity occurring at blood lead levels as low as 8-10 ug/100 ml (Hernberg et al., 1970; Roels et al., 1976).

After an extensive consultation process, the province of Ontario adopted the 0.15 mg/m^3 standard for airborne lead. Additional provisions require removal of workers from lead exposure when blood lead (as measured in medical surveillance programs required by regulation) reaches 70 ug/100 ml (or when symptoms of lead poisoning are present), return of the worker to lead exposure being permitted when blood lead drops below 50 ug/100 ml. Women of childbearing age must be removed from lead exposure when blood leads exceed 40 ug/100 ml, because of concern about lead's fetotoxic effects.[8, 9]

The assessment of health effects on which the Ontario regulation is based (O'Heany, 1981) argues that delta-ALAD inhibition "has generally been regarded as of no consequence to health", and generally attaches minor significance to lead effects on heme synthesis until and unless they are associated with clinical anemia (p. H-5). (According to the 1984 edition of the *Documentation* for TLVs, ACGIH "is not convinced that the biochemical

changes found due to low level lead absorption are incompatible with good health.") The Ontario assessment concedes that blood lead levels above 50 ug/100 ml can alter nerve conduction velocity, and says that "[r]eversibility should be studied" (p. H-7). The results of Lancranjan et al. are dismissed as "not conclusive and further investigation should be carried out." And no specific evidence is cited to support the implication that blood lead levels below 40 ug/100 ml are "safe" in terms of protecting women of childbearing age from possible reproductive hazards. Thus, adverse health effects continue to be defined in symptomatic, rather than subclinical or physiological terms. And uncertainties are resolved in a way which calls for more careful cliff-mapping, rather than an explicitly precautionary approach.

4. STANDARD-SETTiNG:

Problems with the Nature of the Enterprise

Introduction

The preceding chapter suggests that unreflective application to the enterprise of standard-setting of the criteria which are applied to assessing the sufficiency of evidence by scientists, as scientists, is likely in many cases to lead to a less precautionary approach than would be adopted if the uncertainties built into the scientific data, and the implications of acting on false positive and false negative conclusions ("over"- and "under-regulating," if you will) were made explicit. The misapplication of such criteria may in fact be the rule, rather than the exception, in setting occupational health standards.

In other situations, however, standards have been set in a way which is more explicitly policy-based. Three such approaches—the inference of acceptability from existing risk levels; the use of cost-benefit or cost-risk-benefit analysis; and the determination of standards based on technological capability or feasibility—are briefly examined in this Chapter. The point is not to provide an exhaustive description or critique of any of these approaches, but rather to suggest the importance and inescapability of the normative issues they raise and (in the last case) to suggest that standards need not, and perhaps should not always, take the form of numerical exposure or uptake limits.

Inferring Acceptability of Numerical Risk

Starr (1969, 1972) was probably the first contemporary analyst to suggest inferring acceptability of particular technological risks based on comparisons with the fatality rates observed to result from other activities. He also acknowledged (1969: 1232) the central limitation of this approach: because it "is based on historical data, it does not serve to distinguish what is 'best' for society from what is 'traditionally acceptable'." In setting a standard for occupational exposure to cotton dust based on the "acceptability" of specified disease incidence rates, the British Occupational Hygiene Society (1972) suggested that a prevalence rate of four cases in 100 of grade II byssinosis among workers exposed to the dustiest conditions represented an acceptable risk. More recently, the International Commission on Radiological Protection (ICRP, 1977a: 19) has argued that "for the foreseeable future a valid method for judging the acceptability of the level of risk in radiation work is by comparing this risk with that for other occupations recognized as having high standards of safety..." In a related effort, ICRP (1977b) has attempted to develop a numerical "index of harm" which reflects not only fatalities, but also non-fatal accidents and the effects of work-related illness, for purposes of comparing the risks of work in occupations involving radiation exposure with those of other occupations.

What is needed, according to ICRP, is "a quantitative index which is consistent with reasonable informed opinion." ICRP suggests that the common denominator on the basis of which such an index should be calculated might be time lost from work, noting that "a substantial weighting factor should be applied to reduce the importance of time lost through periods off work" as a result of accidents "relative to that lost through death. The additional contribution due to industrial diseases would then ordinarily be covered by increasing the value of the index by a few, say 5, per cent" (id.: 21-22). This assumption that industrial disease is an insignificant contributor to the total hazards of work except in a few specific high-disease industries like mining clearly ignores the fact, familiar to most researchers in the area, that "the range of diseases attributable to occupational causes is difficult to define comprehensively" (id.: 10).

The ICRP principle of asserting the acceptability of calculated risks of occupational exposures by comparing them with existing work-related risks appears to have

achieved a certain degree of acceptance in Ontario. The province's vinyl chloride standard was set at 2 ppm (40 hour time-weighted average exposure) on the basis of a comparison between a quantitative risk estimate derived from the exposure corresponding to a no-observed effect level in animal experiments, and the ICRP's numerical estimate of an acceptable mortality risk of 50 deaths per year per 100,000 workers (McGrath, 1981: G41-G42; ACOHOS, 1983: 20-32). The ICRP figure is based on fatality rates for workers in relatively safe occupations. Assuming a 30-year working life, this implies a lifetime "acceptable" risk of work-related death of 1500 per 100,000 workers, or one in 67; stating the figures in this way makes them sound considerably less reassuring.

Example: The Risks of Asbestos Exposure

More recently, the Royal Commission on Matters of Health and Safety Arising from the Use of Asbestos in Ontario (1984) adopted the ICRP approach to evaluate the suitability of asbestos exposure standards by comparing quantitative cancer risk estimates derived not from animal experiments, but from the results of a number of epidemiological studies of asbestos-exposed workers, to current accident fatality rates. The Commission proposed a 1 fibre/cc time-weighted average exposure standard for chrysotile asbestos exposure on the basis that exposure at this level generates a calculated excess cancer mortality for asbestos miners and workers involved with chrysotile asbestos manufacturing "well within the range of occupational health risks that have been found acceptable by society," as indicated by accident fatality rates (id., pp 429-430, 432). On the basis of risk estimates for asbestos textile spinning and weaving workers and for those exposed to crocidolite and amosite asbestos, the Commission recommended far more stringent exposure controls than those currently in effect.

Because the risks of asbestos exposure have been so well and extensively documented, this approach deserves examination on two levels—the Commission's treatment of scientific uncertainty, and the implications of its inference of acceptability. The Commission's conclusions about the comparative risks from various asbestos exposures seem to suffer from a lack of responsiveness to the limits of epidemiology. Thus, although noting that "a serious limitation of asbestos epidemiology," even with large cohort sizes, is that it is "likely not sensitive enough to detect excess risk directly or without extrapolation at the lower levels of exposure that currently prevail ...unless the effect is a very large one" (id.: 152), the Commission nevertheless can conclude in its discussion of the relative hazardousness of chrysotile and other asbestos fibres that "there are some processes in which [chrysotile] appears to have been used with little health risk" (id.: 260). It does not appear systematically to have evaluated the statistical power of studies it cites as failing to show an excess health risk. This is an omission of some importance, since it is on such epidemiological evidence, despite animal experiments which suggest a contrary conclusion (id.), that the Commission bases its acceptance of the hypothesis that some types of asbestos (specifically chrysotile) are less hazardous than others.[10]

The Commission's attempt to reconcile these contrary findings (id.: 261-274) by way of an analysis of differences in fibre dimensions reflects a legitimate concern to explain the fact that quantitative risk estimates for a given exposure tend to vary by orders of magnitude depending on the epidemiological study from which they are derived (id.: 396-413). However, given the complexity and uncertainty of the process of deriving those quantitative risk estimates, the exercise suggests cliff-mapping, albeit in a highly detailed and sophisticated form. Particle counts (the basis on which earlier air sampling data were collected) had to be converted to fibre counts for purposes of comparing exposure levels among studies– a process which is highly uncertain (id.: 487-491) and can in itself produce more than a twofold variation in the resulting risk estimates for a given exposure level (id.: 405). Most of the mortality risk estimates used as the basis for calculations of acceptability in fact derived only from a single study of exposure to a particular type of asbestos or industrial process, and as the Commission itself observed, "all of these estimates are subject to the considerable uncertainty inherent in the underlying epidemiological studies" (id.: 413). Yet these uncertainties are seemingly cast aside in statements like: "the 1,200 or so Ontario manufacturing workers now exposed to asbestos could work for 10 years and there would be only a one in four chance of a single premature death among the 1,200 from this [1 fibre/cc] exposure" (id.: 430).

These problems are similar to those associated with quantitative risk assessments in other contexts, although they could generally be expected to loom even larger since few occupational hazards have been as exhaustively studied as asbestos. Of greater importance is the presumed legitimacy of inferring the acceptability of a

particular occupational risk by comparing it with other risks. The Commission here argued that:

> "The acceptability of a risk depends upon a social value judgment made by the affected parties or by the legislature or by society as a whole....Thus, while the risk of fatal accidents in mining is significant, that risk has been found acceptable in that the mining industry continues to operate; it has not been shut down by government nor by its own workers because of the risks faced by miners. To be sure, the acceptance of this risk is conditional...on the continuation of efforts to reduce the risk." (Id: 424-425)

It went on to argue that determinations of acceptable risk levels must depend not only on numerical comparisons, but also "upon whether the risk is known to, and understood by, the worker, the health effects of alternative exposure levels, the technology available for controlling that exposure, and the cost of control." (Id.: 426)

These latter considerations lead to the direct comparisons of health risks with economic benefits which characterize the cost-benefit and (to some extent) feasibility-based approaches to standard setting, discussed below. The general principle of inferring acceptability from a current state of affairs is open to serious question. It appears to beg the ethical question of to whom risks should be acceptable—to the exposed individuals, or to society as a whole? Can it seriously be argued that (for instance) current mining fatality rates are acceptable to miners because they have not refused to work in the industry? This is hardly a defensible position, and the Asbestos Commission acknowledged the weakness of this specific inference—but not, it should be emphasized, the general principle on which it is based—by using manufacturing rather than primary industry fatality rates as the basis for its judgments of acceptability. But since the distribution of wealth in economies like Canada's means that most individuals must work for a living, many of those who enter risky occupations may have little effective choice in the matter (MacCarthy, 1981: 778-781). The more general question is that of how the terms of such tradeoffs between health and livelihood should be determined. Under what conditions (if at all) may "society" legitimately accept excess risks, whether of accident or of death from lung cancer or mesothelioma, on behalf of a small subset of its members such as asbestos-exposed workers?

This question leads directly to the discussion of frameworks for standard-setting, which is the topic of Chapter 5 of this paper. Before leaving the topic of inferences of acceptability, it is worthwhile to outline a radically egalitarian approach to this question, drastically different from that of the Asbestos Commission. Schneiderman (1982) cites British data which showed that whereas men who work as teachers have a 16 percent probability of dying before age 65, the comparable probability for coal miners was 36 percent, and for workers exposed to beta-naphthylamine it was 85 percent. "I suggest," says Schneiderman, "that we attempt to set as our standard for all male workers the level of survival reached by school teachers....That might be a little difficult to achieve and, therefore, perhaps if the teacher standard is too high, we should aim to ensure that industrial workers have survival rates as good as that of managers, public officials, and so on."

This approach to standard-setting is explicit in the concern it attaches to equity in exposure to hazards. It could be argued that it ignores the effects on longevity of income- and class-related factors not connected with workplace exposure to hazardous agents. But it highlights the lack of concern for equity which is built into inferences of acceptable risk from existing accident rates. Such inferences concentrate on the risks to a selected subgroup of workers (what is the accident risk to university professors?), and ignore the extent to which the goal of occupational health and safety policy should be the minimization or elimination of all work-related health hazards—hazards exposure to which, as Schneiderman's figures suggest, is far from uniform.

Cost-Benefit or Cost-Risk-Benefit Analysis

The application of formal cost-benefit analysis (CBA) to occupational health standards has been pursued much more aggressively in the United States than in Canada, from the efforts of the executive branch in the mid-1970s to "reform" regulation by requiring analysis of its economic impacts (McCaffrey, 1982) through the Reagan administration's formal administrative requirement for cost-benefit analysis of new regulations (Whittington and Grubb, 1984). A further dimension to the issue was provided by the U.S. Supreme Court's 1981 rejection of industry claims that OSHA's failure to perform a cost-benefit analysis of its proposed cotton dust standard invalidated the standard; the Court held that the legislation under which the standard was promulgated attached a

higher priority to worker health, as against economic considerations, than would be the case under CBA (Corn, 1981: 351). In Canada, the federal government has for several years required preparation of Socio-Economic Impact Analyses (SEIAs) of major new regulations dealing with health, safety or fairness. Cost-benefit analysis is a preferred methodology for assessing the resource allocation effects of such initiatives; however, "[i]f there are political or analytical problems (for example, of placing a value on the loss of life, or on the pain and suffering which accompanies a serious injury," CBA of the initiative is not required (Treasury Board, 1979).

Treasury Board's stance on this issue is laudable, for a number of reasons. A formal cost-benefit or cost-risk-benefit approach implies, first of all, the availability of reasonably precise quantitative risk estimates, and of reliable estimates of the economic impacts of exposure reduction. The former situation, in particular, does not occur very often; where standards (legal or otherwise) are evaluated on the basis of CBA the effect may be to preclude taking an explicitly precautionary approach. Alternatively, the outcome of a cost-benefit analysis may in fact be determined by the way in which uncertainties about health effects are resolved. As noted in Chapter 3, that process itself embodies policy decisions (in, e.g., the choice of a standard of proof), yet the values brought to this stage of the standard-setting process may be concealed by the superficial neutrality of the cost-benefit calculations. The same may be true of the treatment of technological capability, for purposes of assessing the economic impacts of a standard. The firms or industries which can be anticipated to oppose at least some increases in the restrictiveness of standards are also the major source of compliance cost information, but may overestimate or exaggerate the economic impacts of health and safety regulation.[11] Relatedly, Ashford (1979: 67) notes that "compliance costs based on present technological capabilities ignore the crucial role played by technological innovation," which may itself be partly a response to regulation (Ashford et al., 1983).

CBA also implies the legitimacy of attaching dollar values to the protection of life and health—most frequently, and especially in the occupational health context, on the basis of workers' "willingness to pay" for improved health protection (Viscusi, 1982) as measured by observed wage differentials between more and less hazardous occupations. This approach is subject to at least two criticisms. First, as in the cases of inferences of risk acceptability on the basis of existing fatality or injury rates, the "employment relationship is regarded as consensual" or voluntary because (so the often-unstated reasoning runs):

> "A worker...can shop around for a safer job if he does not care to accept the wage premium that the employer is willing to offer. The fully informed worker is willing to sell his health at precisely the price (or wage premium) at which the employer is willing to buy it. Laborers are laborers and not members of the Board of Directors because they prefer risking their health to risking their capital.
>
> To state this proposition is to declare its implausibility. The wage premium that an employer offers for hazardous work, *if such a premium ever exists*, is not always determined by free parties in an open marketplace. For many low skill jobs it is set by the unemployment rate and the level of desperation of currently employed workers.... The low skill worker 'chooses' high risk employment in much the same sense that a robbery victim 'chooses' to part with his money—in both cases, given the alternatives, it is the intelligent thing to do." (McGarity, 1983: 171-172, footnotes omitted, emphasis added)

Second, the process of attaching dollar values to life and health for purposes of public policy

> "...goes further than merely placing life on the market, it perforce places *all* lives on the market—in effect, transforming life into currency or legal tender which society is of right free to collect, like taxes, in order to pay off its technological debts." (Bogen, 1980: 56)

Defenders of CBA might point out that society attaches values to life and health all the time, implicitly at least, on the basis of allocation of resources to various lifesaving programs (Calabresi and Bobbitt, 1978)—allocations which may reflect dramatically different values attached to life in different contexts (Graham and Vaupel, 1981). (The accuracy of these inferred valuations of course depends crucially on being able to quantify the risk reductions provided.) This argument misses the point that CBA embodies only one of many answers to the question of how these resource allocations should be determined, and how costs should be distributed. Should workers (rather than shareholders, or consumers) have to be willing to pay for improved safety? The efficiency criterion underlying CBA is indifferent to such issues

of distribution or equity: in other words, the creation of any form of "cost," such as worker illness, can be justified in principle at least by the creation of an "offsetting" economic benefit elsewhere in society, once a value has been attached to that illness. But particularly in the case of occupational health risks, the benefits and costs may accrue to distinct groups, actors or classes.This fact alone means that a cost-benefit approach to standard-setting is anything but neutral in distributional terms.

A cynical view is that CBA is merely a formal assertion of a set of priorities normally articulated by industry on an informal basis in the decision-making process. Vogel (1983: 97) explains industry support for cost-benefit analysis of social regulation in the United States by noting that "the use of cost-benefit analysis represents a surrogate for the inability of American industry to have its interests taken more seriously" by government. When explicit cost-benefit analyses are not undertaken, standard-setters nevertheless often weigh health risk reductions against compliance costs for purposes of standard-setting. In the case of Ontario's lead standard, where biological effects have clearly been documented below the 0.70 ug/100 ml medical removal level, ACOHOS (1982: 33) noted:

> "Since there is uncertainty in respect to (a) the health effects that could develop at blood lead levels below 0.70 mg/L and (b) the exact relationship between air lead and blood lead levels, it is clear that some uncertainty must also exist in respect to the 0.15 mg/cubic metre airborne level for inorganic lead specified in the regulation ['designating' lead under Ontario legislation].
>
> Obviously, in arriving at the decision to set a standard at a particular level, one is faced with the cost of control. In the background material provided to council, the ministry concludes that the 0.70 mg/L blood lead removal level will not generate significant new costs for industry. A key question that has not been answered, however, is whether a lower level could be achieved without imposing significant additional economic costs."

This observation leads logically to the question of whether, and to what extent, the avoidance of additional costs to industry ought to be a policy consideration for standard-setting in cases like that of lead.

Technology, Technology-Forcing and Feasibility

It is often argued that exposure standards should attach a higher value to worker health than implied by cost-benefit balancing by requiring exposures to be controlled to the most stringent technologically feasible level, or by using the "best available" or "best practicable" control technology. There are, in fact, a number of distinct bases on which technology-based standards can be set. In the United States, where the determination of feasibility for purposes of OSHA standards has been the subject of considerable litigation, four distinct interpretations of the concept have emerged, some of them supporting a much more aggressive approach to setting permissible exposure limits than do others (Latin, 1983: 590-598). The central point of contention, on which U.S. courts have disagreed quite substantially, is the extent to which standards may be set at levels where compliance will only be possible on the basis of improvements in today's technology as applied to a particular industrial process—the question of "technology forcing."

Two points should be made in this context. First, if the objective of workplace health and safety standards is to improve the state of worker protection, they must alter the priorities for firms and industries in their allocations of resources (for research, process modifications, etc.), and the ways in which they organize production, in cases where existing levels of protection are unsatisfactory. Thus, *an important function of standards is foregone when they do not adopt a technology forcing approach.* When the "best available technology" is not good enough, why settle for it? Ashford (1979: 70) argues that health and safety regulation "is about changing the nature of industrial production in this country" to take greater account of health and safety when there is no immediately apparent economic benefit to industry from doing so. This is not to imply that "unproductive" costs are the only reason worker protection is not improved over present levels. Were this the case, employers in some sectors would pay far more attention to health and safety considerations than they do now.[12] But standards which do not demand improvements on today's practices and processes give up much of the "redistributive function between the regulated industry and the intended beneficiaries of regulation" such as workers (Ashford and Heaton, 1983).

Second, and relatedly (but much more importantly),

technological and economic feasibility are in practice just two aspects of the same issue. To quote the Royal Commission on Asbestos (1984: 423):

> "[A] careful examination of the application of control limits which purport to require that the best technology be installed will reveal that in fact cost considerations are often taken into account. There are few occupational or environmental problems where further exposure reduction is not technologically achievable at some—perhaps astronomical—cost, in worker inconvenience, in money, or both....We think adoption of a best available technology approach would be deceptive because we believe that cost considerations would manage to insert themselves in the implementation of such a control limit."

Perhaps (if, for instance, we were to take the approach to standard-setting suggested by Schneiderman) these "astronomical" control expenditures should in fact be mandated. Whether or not this is the case, as a rule, technological criteria for standard-setting (whether involving best-technology requirements or assessments of feasibility) do not in fact avoid tradeoffs between dollar costs and health protection, although they may give the appearance of doing so.

Questions of cost to industry have inserted themselves quite effectively in determinations of (economic/technological) feasibility made during consultations on some of Ontario's designated substance standards. The province's standard of 0.15 mg/m^3 of air (time-weighted average) for coke oven emissions, a demonstrated and acknowledged carcinogen, was set at "the lowest level judged to be technologically feasible" (Ontario Ministry of Labour, 1982: 4.14), a decision apparently related to apprehensions about the cost and inconvenience of the relevant engineering controls (id.: 5.3, 7.9). The standard is "viewed as a long-term target that could be achieved in new batteries, employing the most modern technology" but one with which employers will not be required to comply by adopting engineering controls except when "reasonable or practical" (ACOHOS, 1983: 50, 52).

In the case of Ontario's benzene standard, resistance from industry to a proposed 1 ppm TWA standard for benzene exposure resulted in a change in the text of the regulation, "based on economic impact and technical feasibility data," to require exposures "as low as reasonably practical with the view to achieving 1 ppm but in any case not to exceed the maximum of 5 ppm" (ACOHOS, 1985: 18-19, 30-32). Practicality is assessed, in turn, based on "what can be done by way of improvement, modification and replacement, where this is realistic and reasonable for the particular workplace" based on criteria including the health benefits to be obtained by such changes, the costs of new engineering controls and "the technological feasibility of achieving lower exposure levels". At this point, the reasoning becomes circular. How does one separate unavailability of technology (itself a function of past industry research and investment priorities) from normative considerations of how much industry ought to have to pay to protect workers' health?

Two quotations from U.S. court decisions on occupational health standards suggest a considerably more aggressive alternative to the Ontario approach:

> "Standards may be economically feasible even though, from the standpoint of employers, they are financially burdensome and affect profit margins adversely. Nor does the concept of economic feasibility guarantee the continued existence of individual employers. It would apppear consistent with the purposes of the Act to envisage the economic demise of an employer who has lagged behind the rest of the industry in protecting the health and safety of employees and is consequently financially unable to comply with new standards as quickly as other employers."[13]

> "[W]e cannot require OSHA to prove with any certainty that industry will be able to develop the necessary technology, or even to identify the single technological means by which it expects industry to meet the PEL. OSHA can force employers to invest all reasonable faith in their own capacity for technological innovation, and can thereby shift to industry some of the burden of choosing the best strategy for compliance. OSHA's duty is to show that modern technology has at least conceived some industrial strategies or devices which are likely to be capable of meeting the PEL and which the industries are generally capable of adopting."[14]

Among many other questions, the next Chapter of the paper addresses that of how standard-setting processes and frameworks should be structured to deal with such competing perspectives and priorities.

5. CHOOSING AN ACCEPTABLE FRAMEWORK FOR STANDARD-SETTING

Introduction

There are at least two levels to the question of how standards should be set. The process of standard-setting reflects the answers a particular society or institution has reached to some fundamental value questions, such as the proper distribution of risks and benefits of economic activity and the proper balancing of economic benefits and health protection. In order to choose an acceptable framework for standard-setting, it is therefore necessary to develop coherent and defensible answers to such questions. This is the substantive dimension of the choice of framework.

A second level of the question is conveniently, if simplistically, conceptualized as procedural: how should institutions, or societies, go about the enterprise of setting standards? On this level, a considerably greater degree of agreement (or at least, agreement to disagree) appears possible than is the case with respect to the substantive content of standards. By analogy, bitter disagreements about the content and objectives of public policy can, and do, exist in a context of broad acceptance of the framework (electoral politics; the rule of law; renunciation of the use of force; etc) within which specific substantive issues are to be resolved.

At both levels, the question arises of expertise or "objectivity". Standard-setting in occupational health has proceeded largely via the mechanism of consensus among scientific or technical experts. ACGIH's Threshold Limit Values committee is the obvious case of a standard-setting institution which operates on this basis. Such forums are probably less important than the overall process of scientific discourse which generates widespread agreement about, for example, "safe" blood lead levels.[15] To state this proposition another way, they reflect a consensus within the community from which their participants are drawn, rather than actively shaping or facilitating the development of that consensus. However, as suggested in the preceding three Chapters, the nature of the issues is such that decision-making processes that rely on expert consensus, or the aggregation of expert opinion, are fundamentally unsuitable to deciding questions of the sort which are raised by occupational exposure standards. In the words of McGinty and Atherley (1977), "experts have no special qualification that sanctifies their decision to declare a level of risk 'acceptable'" and no body of experts has "any more right to declare what risk is 'acceptable' than the Newcastle Pigeon Fanciers' Association." Comprehensive and competent assessment of the scientific evidence is an essential prerequisite for standard-setting. However, frameworks for assessing that evidence must reflect (and be defensible in terms of) choices about the values and priorities which should guide the resolution of science policy issues.

Choice of Strategies: Implications for Standard-Setting

Atherley (1978) outlines an important distinction between safe-place and safe-person strategies in industrial hygiene—the latter emphasizing hygiene or remediation at the individual level, rather than control of conditions in the workplace. He, like many other authors, has emphasized that safe-person strategies should be viewed as a last resort rather that as a substitute for improvements in the workplace itself.

One example of a continuing dispute over the relative importance which should be attached to these alternative strategies involves the degree to which (if at all) requirements for the provision and use of personal protective equipment should substitute for engineering controls to reduce levels of contaminants, or of physical agents such as noise. This example suggests that the choice of strategies, like other decisions about and within standard-setting frameworks, is not neutral or scientific. Yandle (1982: 61), a strong critic of safe-place strategies on grounds of their high cost, argues that "the focus on plant and equipment implicitly assigns workers a property right to a dust-free work environment." He fails to acknowledge, of course, that safe-person strategies also assign rights, but to employers rather than to workers.

The choice of strategies is especially important as a basic policy decision because of the expanding interest in the use of the complex of techniques together termed biomedical surveillance (Atherley et al., 1984). The use of such techniques, and proposals for their wider adoption, go back more than half a century. The landmark 1920s National Safety Council study of benzene effects (Winslow, 1927) suggested monthly blood tests as a way of detecting incipient benzene poisoning in addition to recommending a maximum airborne concentration, and recommended medical removal of workers showing depressed blood cell counts or hemoglobin levels. As early as 1955, Stokinger proposed a list of "biological threshold values" defined in terms of maximum permissible concentrations in urine or blood. He also

suggested the use of biological monitoring to detect "subtle metabolic changes in the body before injury of serious proportions has developed" (p. 78). In 1985, ACGIH published its first list of Biological Exposure Indices (BEIs), intended for use as supplements to TLVs, noting that the use of biological indices is already widespread for some substances such as lead. In adddition, a range of genetic testing techniques has recently been developed based on detection of changes in chromosome structure and on the detection of mutagens in body fluids or mutagenic effects in individual cells (Office of Technology Assessment, 1983: 67-85).

Dabney (1981) has distinguished between dosimetric and "early warning" applications of such tests. However a third use of biological indicators—screening—has an equally long history. Hamilton (1925: 6-13) lists a number of early attempts to distinguish the relative vulnerability of different sexes or races to lead poisoning and other industrial diseases. A number of genetic tests have been developed to identify various heritable traits known, or believed, to increase susceptibility to various work-related diseases, including cancers (Stokinger and Scheel, 1973; Office of Technology Assessment, 1983: 89-105; Perera and Weinstein, 1982: 585-597).

But as an element of safe-person strategies, screening need not involve complex biological tests: for example, women capable of bearing children have in some cases been excluded from employment involving exposure to reproductive toxins such as lead—creating, at least in the United States, considerable controversy over whether or not such practices are ethically or legally defensible (Hricko, 1978; Williams, 1981). However, increased interest in biological monitoring techniques can be anticipated as the range of compensable illnesses increases and as (in the United States) the exclusiveness of the workers' compensation remedy is eroded, making employers more liability-conscious:

> Employers are usually reluctant to hire workers, if they can avoid it, who can be predicted to cost them money in terms of future illness. Hiring policies could obviously be structured in accordance with the results of comprehensive pre-employment biological monitoring to achieve this end." (Miller, 1983: 398)
>
> "The most efficient way for management to maintain a healthy workforce is to avoid hiring employees known to be susceptible to occupational illness." (Id.: 412)

The present paper cannot provide a detailed analysis of all the issues raised by biomedical surveillance in particular— for instance, the potential human rights implications (Atherley, 1983)—or even by the choice of strategies more generally. Several points are particularly relevant to standard-setting, however. Biological indicators are sometimes defended as providing a more accurate determination of actual workplace exposure over time than can be provided by environmental monitoring (Zielhuis and Notten, 1979), or as "superior to measurements of workroom air as an indicator of individual risk" because they reflect non-occupational exposures and exposure via routes other than inhalation (Tola and Hernberg, 1981). But standards set with reference to biological indicators, like standards of other kinds, do not necessarily derive from any scientifically valid indications of safety or absence of risk. Thus the Ontario medical removal level of 70 ug lead/100 ml of blood, and ACGIH's lower BEI of 50 ug/100ml, are both set above the levels at which physiological effects have been demonstrated. Similarly, the BEI for carbon monoxide is set at less than 8 percent carboxyhemoglobin (COHb) in blood at the end of an 8-hour shift, even though ACGIH's own *Documentation* (1984: 73) notes impairments in cardiovascular functions at COHb saturation levels of 3-5%.

When biological indices are used as substitutes for environmental standards (e.g. contaminant concentration in workplace air), the degree of protection provided to many exposed workers—the margin of safety, if any—may be reduced. (Cliff-mapping, again.) For example, regulators have claimed that satisfactory protection from the effects of airborne lead is demonstrated by blood lead levels below medical removal levels, even though permissible airborne concentrations are being exceeded (Deverell, 1984; Ramsay, 1984).

Perera and Weinstein (1982) have reviewed techniques of "molecular cancer epidemiology" including biological monitoring methods to detect levels of toxic sustances (particularly carcinogens) or their metabolites in the body, a number of which (they argue) could be applied to worker surveillance. Other techniques include the use of markers for assessing the biologically effective dose ("i.e. the amount of the activated agent that has reacted with critical cellular targets") for carcinogens in body tissues, and markers for early biological response, including sister chromatid exchanges, chromosome breakages and sperm abnormalities. Perera and Weinstein

(p. 593) argue that biological markers "could be used to identify specific individuals within high exposure groups (e.g. coke oven workers, roofers, cigarette smokers, etc.) who have experienced a high biologically effective dose of a carcinogen" such as benzo(a)pyrene. "These individuals might be at particularly high risk of developing cancer and therefore would deserve much more careful surveillance." And Fabricant and Legator (1981: 624) state that "because of the known carcinogenic potential" of benzene and vinyl chloride, two of several chemicals whose effects have been assessed using cytogenetic tests, such tests "should be regarded as early warning systems for genetic damage." Such arguments leave two questions unanswered. First, to what extent will biological "early warning systems" such as these be allowed to function as economically attractive substitutes for genuine improvements in working conditions, perhaps via extensive (even legally mandated) biomedical surveillance programs and medical removal standards based on biological indicators, or other "protective" measures. Second, does "surveillance," in this context, offer any real benefits in terms of disease prevention as distinct from detection? And does detection improve the prognosis?

Screening for vulnerable or "hypersusceptible" individuals poses further problems. Biological monitoring became a high-profile issue at the start of the decade because of the ethical and legal implications of excluding workers from particular employment because of genetic makeup in cases where susceptibility varies with race or sex (Ashford et al., 1984; Severo, 1980). The sickle cell trait is present in 8 percent of American black men (Lappé, 1983); although "the majority of genetic screening done in the (U.S.) workplace has been for sickle cell trait" according to a recent survey (Office of Technology Assessment, 1983: 91), the evidence that it increases susceptibility to industrial disease is weak (id.; Green, 1983: 257-258). Glucose-6-phosphate dehydrogenase (G-6-PD) deficiency, which may increase susceptibility to the hemolytic effects of many industrial chemicals, is similarly prominent among black men, Filipinos and Mediterranean Jews (Office of Technology Assessment, 1983: 90). But the issues raised by the use of differential susceptibility as a basis for standards remain even when (known or suspected) variations in susceptibility do not correspond to existing patterns of discrimination.

Perera and Weinstein (1982: 588) warn specifically that "variations in human susceptibility should not be used as a justification for allowing continued exposure to environmental carcinogens". This warning may be hard to implement in practice, for example because of claims of the (economic) impossibility of compliance with environmental limits (e.g. Stokinger and Scheel, 1973: 569). As in other areas of standard-setting, the central issues raised by the use of biological indicators—whether for screening, early warning, or dosimetry—are policy issues. What probability of adverse effect should be accepted, if any, for what percentage of the work force? What are the limits of the employer's obligation to provide working conditions which are safe for all workers, not just the strongest, quickest of hand, or most genetically resistant? According to Lappé (1983: 801):

> "[T]he debate over instituting genetic testing turns on the desirability of treating the workforce behind a veil of ignorance regarding its individual composition and controlling environments so as to provide broad margins of safety or, on the acceptability of refining our knowledge of the risk-status of each worker *vis-a-vis* specific hazards and adjusting job assignments to fit individual reactivity to those hazards."

Further problems arise, of course, because the "margins of safety" provided by environmental standards may in fact be non-existent, and because the issue for many workers may not be "job assignments," but rather the choice between employment and unemployment, or employment at lower rates of pay. This has been the case, for example, for women faced with layoffs or transfers as a result of "protective" exclusion or removal from jobs involving lead exposure (Hricko, 1978: 399; Williams, 1981: 641-642). In this context, screening simply reproduces the unequal distribution of resources within society. Workers are presented with tradeoffs between health and livelihood which managements, and their shareholders, conspicuously do not have to face.

The Legitimacy of Risk Decisions

Risk decisions of the type exemplified by occupational health standards are political decisions, because (at least to the extent that they are implemented or used as guidelines by agencies acting with the force of law) they represent authoritative allocations of values. Paté (1983: 114) suggests that such decisions "present all the characteristics of the mechanisms of redistribution of resources, with the additional complexity of the uncertainty about the outcomes and of the irreversibility of a possible death." Quite simply, they are life-and-

death decisions made by "society" or its representatives, regarding the life chances and conditions of the subset of its members exposed to a particular occupational hazard.

"Democracy" is perhaps the most abused term in contemporary political discourse (Schaar, 1970). Yet whatever the disagreements over its definition and content, it is probably fair to say that in a society which adheres to "democratic" norms, the legitimacy of risk decisions ought to be dependent on consent: that is, on the extent to which those who are being hit with the risks can be said to have consented to their imposition (MacLean, 1982). That consent, in a society of any size and complexity, may and indeed must often be indirect, with political decision-making processes serving as the means of communicating consent or resistance.

At the same time, the preceding Chapter suggests that there are abundant reasons, on the basis of this argument from consent, for rejecting standards based either on cost-benefit analysis or on inference of the acceptability of risks based on existing hazard levels. In both instances, a level of risk which appears to be based on "voluntary" or consensual acceptance of hazards, but is in fact an artifact of existing (highly unequal) distributions of wealth, skill, and employment opportunities, is treated as legitimate. This is not, *a priori*, an absurd proposition, but those who accept it implictly (e.g. the Royal Commission on Asbestos) ought to have to defend it on its independent merits.

If we reject such inferences of consent or acceptability, how should risk decisions be made? Paté (1983: 120) has suggested a set of eight criteria for judging the acceptability of risk decision frameworks:

"1) A sound legal basis with clear understanding of individual and societal rights, burden of proof, and treatment of economic effects.
2) An information system (risks, costs, benefits, redistribution, etc.) with appropriate expression of uncertainties and assumptions.
3) A communication system such that this information can circulate among concerned individuals and organizations and be fully understood.
4) A good criterion for selection of experts and a mechanism of aggregation of experts' opinions that reflects the characteristics of the problem.
5) A public review process in which the information used can be examined and criticized by intervenors, industry, etc.
6) A clear but flexible set of decision criteria that reflect public preferences given the nature of the hazard, the state of information, and the economic implications of considered regulations.
7) An appropriate conflict resolution mechanism (mediation, arbitration, etc.).
8) A feedback mechanism gathered and used in an appropriate and predictable way to measure the regulatory effects *a posteriori*, including those that had escaped initial policy analysis."

Paté's first, second, sixth (and perhaps fourth) criteria are particularly relevant to the substantive framework for standard-setting. To some extent, they address different aspects of the same problem. The treatment of scientific evidence for policy purposes reflects an implicit or explicit set of choices about how uncertainty should be dealt with—often based, at least in part, on the perceived consequences of "over-" or "under-regulation" And apprehensions or perceptions of the economic impact on affected firms or industries may condition the choice of "acceptable" risk levels, without an explicit acknowledgement of the tradeoffs being made and without the need for claims about adverse economic impact to be subject to critical or adversarial scrutiny. (*Cf.* Stokinger, 1971, who warns against the economic consequences of "unnecessarily severe standards for all types of pollutants".)

Both these considerations have been discussed at greater length in preceding Chapters. Paté's sixth criterion, however, raises an ethical question which is important for occupational health standards, but also for risk policy in general. The criterion neglects the possibility that "public preferences" in the aggregate may lead to inequitable or even discriminatory distributions of risks and rewards. Perhaps a majority of consumers would prefer the economic benefits (in the form of lower prices) associated with the reduction of health protection for a minority of industrial workers. But are such aggregated preferences a legitimate basis for decisions about the level of health protection which will be provided for workers?

Policies Governing the Treatment of Uncertainty

As suggested by the discussion undertaken in Chapter 3, the importance of a "clear set of decision

criteria," particularly with reference to the treatment of scientific evidence, is paramount. These criteria should reflect, and be explicit about, the values brought to the decision on how to deal with scientific uncertainty, whether that uncertainty involves the unknown, the contentious, or the simply unknowable. It should also be emphasized that, although flexible, such criteria should ensure consistency of treatment of similar cases.

Despite some shortcomings, a worthwhile example of a proposed approach to such decision criteria has been provided by Ontario's Advisory Council on Occupational Health and Occupational Safety with respect to exposure standards for reproductive hazards. The proposal outlines as its basic objectives:

"a) To protect the *most vulnerable link* in the reproductive chain: e.g. gamete, embryo, fetus, nursing child.
b) To achieve this protection through the *least discriminatory mechanism*, that is, the mechanism least likely to reduce employment opportunities for an identifiable group of workers." (ACOHOS, 1985: 50, emphasis added)

The Council proceeds to outline a number of general approaches to setting standards, ranging from a single "most protective" standard for all workers (set at a level which will provide the protection specified by the objectives), through multiple standards with a lower exposure level for the most sensitive population and standards which are geared to protection of the "average worker" (but which may not protect against reproductive risks) coupled with provisions for temporary reassignment. (Parenthetically, these distinctions—at least with respect to numerical exposure limits—would appear irrelevant if adverse health effects other than reproductive hazards are believed to occur at lower levels of exposure than those associated with reproductive risk.) "Since a single 'most protective' standard achieves both of the fundamental objectives of a reproductive risk policy there ought to be a presumption in favour of such a standard." (Id.: 53)

Such a statement of objectives could be reduced to meaninglessness by the perceived need to pursue them "within constraints posed by economic and technological feasibility and by existing scientific knowledge regarding the extent of risk" (id.: 50). The Council deals with this second issue, at least in part, by proposing that "it should be incumbent upon the Ministry to demonstrate just cause in any instances of deviation from the position of a single 'most protective' standard" for reasons of alleged technological or economic infeasibility—a useful illustration of how the allocation of burdens of proof, whose importance is suggested by Paté, can make an important difference in the content of a standard or policy decision.

The proposed policy acknowledges the substantial uncertainties which result from the need to extrapolate from animal or *in vitro* tests to human experience, the many problems associated with the use of epidemiological evidence, and the obvious unavailability of such evidence for "new substances," and concludes that "judgments as to whether a given substance is to be treated as a reproductive hazard ought to be made on the side of caution." Therein lies the major weakness of the Council proposal, for no further detail is provided with respect to what, exactly, making judgments on the side of caution actually means—e.g., in terms of the relative weight to be accorded evidence from various sources.

Infante and Tsongas (1983: 387) have stressed that "a policy needs to be developed for determining acceptable evidence for use toward the prevention/regulation of reproductive hazards in the workplace," based on a long list of questions in need of resolution identified by a (U.S.) Interagency Regulatory Liaison Group task force on reproductive risk assessment. This list is typical of those which characterize many areas of toxic risk assessment. Indeed, it is not implausible to argue that reproductive hazards may be easier to deal with than some other categories of hazards, since a range of reproductive toxicity test systems exists and "[r]eproductive toxicity assessment has become relatively standardized" (Christian, 1983; see also Nisbet and Karch, 1983: 62-90). Considerable detail must be provided at the level of policies for treatment of scientific evidence and uncertainty if the concept of judgments "made on the side of caution" is to have any meaning. Otherwise, the standards of proof applied by scientists as scientists may be misapplied to issues of science policy. In the absence of such detailed policies, "it is unlikely that government will ever promulgate a standard for a reproductive hazard unless evidence of sterility, as was the case with DBCP, or adverse pregnancy outcome is confirmed in humans." (Infante and Tsongas, 1983: 389)

The most familiar example of such a criteria-based generic policy for the treatment of occupational health hazards is the cancer policy promulgated by OSHA in

1977, and issued as a final rule in January, 1980. There follows an outline (which inevitably oversimplifies many issues) of some of the provisions of the OSHA cancer policy which are of particular interest from the point of view of this report.

The cancer policy acknowledged the ethical limitations of epidemiology: "to wait for retrospective studies, based on post hoc investigation, clearly subjects workers to massive, involuntary human experiments with their attendant tragedies years later." (OSHA, 1977: 54155)

It created a tiered classification scheme for the strength of evidence of chemical carcinogencity, under which classification of a substance by the Secretary (of Labor) after appropriate rulemaking procedures in Categories I or II triggered automatic standard-setting action. OSHA rejected, for policy purposes, the hypothesis that "safe" levels can be determined for carcinogens, required that exposure to substances classified in Category I be reduced to the lowest feasible level, and required that the reduction be achieved except, under special circumstances by engineering or work practice controls (OSHA, 1977: 54171-54174). The cancer policy stated that positive results from epidemiological studies, or from tests in two mammalian species, or from tests in a single mammalian species if replicated or supported by short-term tests, would if the underlying studies were judged of adequate quality constitute grounds for classification as a Category I carcinogen (OSHA, 1977: 54170-54171), with weaker evidence resulting in a lower classification. (For a detailed discussion and defence of the proposed treatment of evidence from non-human test systems, see OSHA, 1980: 5060-5173). Perhaps most contentiously, OSHA explicitly recognized the limitations of negative epidemiological evidence, which was to be considered in setting exposure standards for individual substances only if the studies in question involved at least 20 years' exposure and at least 30 years' observation after initial exposure; if reasons could be documented for predicting the sites at which cancers would occur in human beings if induced; and if the study population was large enough to predict a 50% increase in cancer risk relative to unexposed controls (OSHA, 1980: 5047-5060).

The OSHA policy clearly acknowledged the policy dimensions of the assessment of scientific evidence, the treatment of uncertainty, and the choice of strategies. It comprised a set of principles for making those policy choices which consistently reflected a precautionary approach to exposure regulation. One apparent weakness is the reliance on "technical feasibility" as the basis for setting standards for Category I substances—a weakness which might have been partially offset by the fact that a set of relatively clear principles developed through litigation has arisen to guide this determination in the United States (Latin, 1983). Another suggestion of a basic weakness in the policy is made by Viscusi (1982: 971):

> "The driving force behind the regulatory policy is the strength of evidence pertaining to possible carcinogenicity. The level of risk is not a matter of concern to OSHA. Following these guidelines, one would possibly ban substances for which there was strong evidence of a minor hazard and not regulate substances for which there was weak evidence of a substantial risk....Even if one chose to ignore the costs of regulation, as does OSHA, some consideration of the magnitude of the risk must enter in order to determine the health benefits to the workers who are being protected."

Viscusi's comment is made as part of an argument for a cost-benefit approach to standard-setting, an approach whose weaknesses have been outlined in Chapter 4. However, the point deserves consideration in the design of criteria for standard-setting. Setting up a framework of criteria for determining the strength of evidence of the existence of a particular hazard does not necessarily answer the question of how the risk will be treated once the determination of its existence is made. Reduction of exposure to the lowest feasible level appears to be an attractive alternative, but it is not a self-evident one, and begs the question, at the substantive level, of the risk-benefit balancing which is inherent in the definition of feasibility. This issue has been addressed in somewhat more detail in Chapter 4, and is raised here to suggest that frameworks for the treatment of scientific evidence, important though they are to the design of the standard-setting process, cannot do better than structure information in a way which ensures that determinations of acceptable risk will be more in accord (and more consistently in accord) with the values and priorities which we (whoever "we" may be) decide they should embody.

Transparency and Scrutability

If there is one common desideratum for a standard-setting framework which emerges from the preceding discussion, it is transparency and scrutability. This observation is of the highest importance for the Canadian Centre for Occupational Health and Safety, should it decide to

become involved in the enterprise of proposing standards. Standards of proof, the policy decisions which guide the choice of those standards, burdens of proof, tradeoffs, and rationales for decisions must all be visible and acknowledged. Paté's second, third, fifth and sixth criteria address this problem at the procedural level. More generally, the entire list is oriented toward the objective of transparency, since transparency with respect to the content of risk decisions is much more likely to be achieved given the accountability and accessbility of procedure which those criteria are designed to ensure.

Under U.S. legislation (the Occupational Safety and Health Act), the standard-setting process is highly formalized, including procedural requirements for notice, public hearings, and generation of a record which, in practice, almost invariably forms the basis for subsequent judicial review (Nothstein, 1981: 119-144). This process has any number of shortcomings, only one of which is that it tends to be very slow; several years may elapse between the initiation of a standard (or a change in an existing standard) and the final court decision on the standard's validity (Schroeder and Schapiro, 1984: 1305-1309). An advantage, however, is transparency. The process of judicial review, in particular, makes highly visible the policy choices and priority conflicts involved in such determinations as feasibility of a proposed standard (Latin, 1983; Nothstein, 1981: 175-187) or the existence of significant risk to health at a given exposure level (Latin, 1982; Nothstein, 1981: 154-175). By contrast, the process by which TLVs are determined and evaluated is highly opaque and inscrutable. So, too, is the process of risk evaluation and decision making within Health and Welfare Canada, despite the appearance of scrutability in the description given by Morrison et al. (1983), because of factors such as the lack of public access and the secrecy surrounding the specifics of risk-benefit tradeoffs.

But are major reforms of standard-setting processes and institutions the only way of achieving transparency? And is the issue of transparency only relevant for institutions which are engaged, in either a regulatory or advisory capacity, in standard-setting? This second question has particular significance for CCOHS. The Centre has very highly developed capabilities in gathering and disseminating information, and in the area of "secondary research," as defined and explained by Atherley (1986). Secondary research which involves systematic and critical analysis of the scientific information available on a given topic (for example, the health hazards of compound x) is a powerful way of isolating the areas of uncertainty which standard-setters must deal with, or have overlooked—and, by implication, of clarifying the values which govern their treatment of uncertainty. The "quality" of standard setting is a function not only of its reliance on the best available science, but also of the policy perspectives brought to such issues as the choice of a standard of proof. Secondary research can provide the basis for evaluating (and for improving) both these aspects of quality. An institution like CCOHS may be able to make existing standards, and standard-setting processes, more transparent "from the outside," as it were, for the purposes of all participants—and may be able to do this without itself becoming involved in the standard-setting game. This prescription sounds somewhat utopian, but it is worth pursuing in view of the benefits to be gained from improved transparency, without the formalization of standard-setting mechanisms at the governmental level which has led to what sometimes seems the paralytic slowness of American procedures.

6. PROCEDURES AND IMPLEMENTATION:

The Neglected Issues

Introduction

Whether they involve specific numerical limits or more general criteria such as requirements that exposures be kept as low as reasonably achievable, and whether adopted as a matter of law or convention, standards for exposure to workplace hazards constitute only one element of the social process which determines the actual, effective level of protection from hazards in the workplace. Another crucial element, or set of elements, involves implementation: achieving, or enforcing, the objectives embodied in standards.

If the overall objective is improving the safety of conditions of work, "tough" standards are meaningless if they cannot be, or are not, enforced. This observation suggests two major areas of concern. The first has to do with the way standards are expressed or articulated. "Whatever its theoretical advantages, a regulatory tool that cannot be implemented in the real world is useless" (McGarity, 1983: 206). Are some kinds of standards more easily implemented than others which provide approximately the same level of worker protection? If

so, it would seem logical to favor the more easily implemented kind of standard. This choice assumes, of course, that the objective is actually to achieve the stated or promised level of protection, and not to provide (for politically reasons) a symbolically stringent standard without a corresponding substantive level of protection. (Some commentators have suggested that this process of "symbolic legislation" may be widespread in the environmental protection field.) And it assumes, as well, that ease of implementation is not sought at the cost of compromising values which guide the choice of standard-setting framework. (For example, it may be "easier" to implement standards based on work removal and biological exposure indices than standards requiring engineering controls, but the former should not be preferred for that reason.)

The second issue involves processes of both standard-setting and implementation. Is a conventional model of enforcement appropriate? Or should we, as an extreme example of an alternative approach, try "to by-pass the whole messy business of standard setting and instead develop more formally and with greater energy an approach which is already in evidence...to foster local initiatives to secure improvements in health and safety at work, guaranteeing that the workers actualy running the risks play an active role in making decisions about standards and the control of those risks" (McGinty and Atherley, 1977)?

Restructuring Standard- and Norm-Setting

To take the second question first, in 1984 the Ontario Federation of Labour proposed that:

> "[L]abour and management should participate in the development of all health regulations through a permanent committee with full-time, paid representatives of each side, with a technical and scientific staff to *advise* them in their deliberations. This bipartite committee would function outside of the Ministry but any decisions arrived in a consensus form should be adopted by the Ministry." (OFL, 1984: 16, emphasis added.)

Public hearings would be held to consider not only criteria documents developed by the scientific staff with respect to specific substances, but also such issues as generic policies, control strategies, and approvals for introduction of new chemicals. In cases where a consensus could not be achieved, decisions on standards would be made by the Ministry based on the evidence considered by the committee and the positions of committee members. In both cases, complete explanation would berequired of the reasoning behind the decision (OFL, 1984: 18).

This approach has the merits both of transparency, and of providing an opportunity for representation (to the extent that the representatives of organized labor on the proposed committee can be said to represent exposed workers as a whole) which is appropriate to the nature of the risk decisions being made. It would appear to satisfy most, if not all, of Paté's criteria for acceptable risk decision processes—something which clearly cannot be said of most existing frameworks. Further elaboration and specification of this proposed model is clearly needed.

In 1972, Saskatchewan adopted a distinctive legal model for regulating workplace health and safety focussing on "the right to know; the right to refuse (unsafe work) and the right to participate", through joint labor-management health and safety committees, in decisions relevant to working conditions and their improvement (Sass, 1983). A similar model has subsequently been adopted, in part at least, in most other jurisdictions; in Ontario, it has been termed the "internal responsibility system" after a phrase coined in a 1976 report on worker health and safety in mines. One aspect of this model (joint committees) would appear to offer some opportunity for standard-setting (or rather norm-setting, in terms of the actual level of protection afforded to workers) on such a negotiated basis at the level of the individual workplace.

This is perhaps a Panglossian view. The weaknesses of joint committees are many: the legislation under which they operate preserves most existing management prerogatives (Swinton, 1983: 153), creating little incentive for genuine negotiation. Fear of reprisals against health and safety activists remains a problem, especially in non-union workplaces. "Prohibition of reprisals notwithstanding, an employer can almost always find some excuse to dismiss an 'obstreperous' employee" (Doern et al., 1982: 3.77). Committee members' legal rights of access to information are limited (Nash, 1983). And because of the absence of formal decision-making powers in most jurisdictions, joint committee members pressing for improved working conditions must in practice often rely on enforcement officials to back up their positions.

Yet the institution holds considerable promise, for at least three reasons. First, given the number of potentially

hazardous substances present in many workplaces and the limited number for which legal standards can realistically be set, joint committees and their members can and must play an important role in identifying potentially hazardous exposures and at least suggesting corrective changes in production processes and organization. This is true whether or not one believes that committees' formal, legal decision-making role can or should be expanded. Second, work practices and/or changes in workplace equipment are both essential elements in reducing hazardous exposures, and joint committees may provide an effective forum for negotiating such changes or ensuring their implementation, even "under the gun" of external sanctions. Third, not all hazards lend themselves to control by way of clearly defined standards, as do chemical substances or physical agents. If we accept the analysis which holds that the organization of work is a fundamental determinant of stress levels, with associated potential for illness (Karasek, 1984)—as a growing number of compensation boards in the United States are beginning to do (Davis, 1985) the role of such an institution as a joint committee becomes especially crucial (Sass, 1978).

For all of these functions to be fulfilled, a credible, reliable and comprehensive external source of information (and of analyses of that information) is essential. The Centre has an important role to play in providing information on which the process of norm-setting at the workplace level can proceed (which is why the preceding discussion has been provided), just as its capabilities can improve understanding of standards and their limitations at the provincial or national level—and thus, indirectly (it is hoped), the quality of the standards themselves.

Design and Construction of Standards

McGarity (1983: 203) has stated a set of criteria for evaluating the design of standards, four of which—"administrative feasibility"; "survivability (under existing conditions of judicial and political review)"; "enforceability"; and "ability to encourage technological advance"—are of particular relevance in the present context. Information requirements are, for McGarity, a major determinant of administrative feasibility. In discussing environmental standards, which are his main concern, McGarity distinguishes between media-quality standards (stated in terms of concentrations of a contaminant in a receiving body of air or water) and technology-based standards, which mandate use of best available technology or lowest achievable emissions. Media-quality standards emerge as requiring for their implementation a far greater degree of information about emissions from individual sources, and their effects on the environment, than do technology-based standards. Even the latter can raise complex questions of how technological feasibility is to be defined (*cf.* Latin, 1983). A further issue is that the breadth of administrative discretion implied by technology-based standards (McGarity, 1983: 208) may make them easier to administer, but at the expense of compromising the reliability with which the more general objective of worker/environmental protection is achieved.

Administrative feasibility is an issue of some importance with respect to generic standards such as the OSHA cancer policy. The Ontario Federation of Labour (1984: 23), which has strongly supported the development of such policies, argues that:

> "The development of criteria by which substances are classified in each generic policy may be a lengthy process, but once it is in place, substances can be categorized and then dealt with accordingly, without going through the same debates about testing results, risk assessments and the acceptance of risk."

This was, indeed, one of the principal rationales for the development of the OSHA cancer policy (OSHA, 1977: 54154). Unfortunately, the policy was finalized at roughly the same time the administration which initiated it was replaced by one indifferent if not hostile to the policy, meaning that this rationale was never really put to the test. It is certainly plausible that generic policies have major administrative advantages over a substance-by-substance approach to standard-setting *if* the institutions responsible remain committed to their implementation. (This caveat applies to most statements about the administrative merits of particular policy instruments!)

On the issue of enforceability, McGarity (1983: 209) notes that "[n]o regulatory scheme can function properly if its requirements may be violated with impunity....Yet, before society can punish someone for cheating, it must specify with sufficient clarity the conduct that will bring forth government sanctions. While this can be done generically, it is often more effective to put each individual regulatee on notice of what is expected of it through a permit system." Individual permits which specify performance standards would, of course, be subject to the same limitations as performance standards

in general. And such permits (of which it could be argued that inspectors' orders, in the Canadian context, constitute a variant) require a basis in some sort of underlying standard, whether a performance standard or a vaguer norm such as "best available technology" or "as low as reasonably achievable" (ALARA). In the former case, technology or alternative technological options could be specified as ways of meeting a performance standard for an individual workplace (thus trading off the greater flexibility offered by performance requirements for ease of enforcement); in the latter, enforcement of the general requirement is clearly made much easier when all that must be demonstrated is non-compliance with the specifications of a permit, control program, or similar instrument.

There is an overlap here with the issue of administrative feasibility: standards which require more extensive monitoring to determine compliance are, other things being equal, less likely to be enforced because of manpower and financial limitations. For example, determining compliance with a standard stating a maximum permissible exposure level as an eight-hour TWA requires considerable expenditure of time and effort on sampling by the employer or by an agency charged with implementation, especially if it seems necessary to determine whether a TWA which exceeds the standard is an isolated instance, or part of a pattern of systematic excess exposure. Ontario's practice of stating standards as a 40-hour time-weighted average clearly creates additional enforcement difficulties. The issue of 8-hour versus 40-hour TWAs is not addressed further, because of the questionable scientific underpinnings of the TWA concept as an index of exposure (Atherley, 1985). However, the criterion of enforceability suggests that any standard which creates the additional administrative/ enforcement burdens associated with the 40- (as opposed to 8-) hour TWA should have clear offsetting advantages in other areas.

Two problems associated with enforceability deserve particular consideration. The first is vagueness. Bryce (1984: 7), a staunch defender of general performance requirements as opposed to detailed prescriptions or specifications in regulation, nevertheless concedes with respect to enforcement at the field level that:

> "a general trend towards performance regulations may have a negative effect on the ability of government OHS inspectors to enforce the new regulations in the short term if for no other reason than they will not be able simply to quote the old specification regulations when issuing orders to employers."

He also acknowledges that performance regulations will make it easier for employers to avoid conviction for violations of health and safety laws by invoking the defence of due diligence, based on the argument that all reasonable steps have been taken to comply with the requirements in question.[16] "For this reason, industry should find reason to praise governments that have moved toward greater use of performance provisions" (Bryce, 1984: 6).

Vagueness presents special problems with respect to workplace contaminants. For substances without a legally specified exposure limit, the "standard" applicable in most of Canada is simply a legal requirement that employers take all steps reasonably practical (or words to that effect) to avoid exposing workers to hazards. In English common law, reasonable practicability has been defined in terms of a rough-and-ready balancing of risks and benefits.[17] In Ontario, both the content and the enforceability of this requirement in the context of workplace health were put to the test in a 1982 prosecution against an employer under the province's Occupational Health and Safety Act, for failing to protect a maintenance employee from the hazards associated with asbestos in buildings he had been ordered to inspect.[18] A central issue was the extent of the risk to which the worker had been exposed. Witnesses could not attach numbers to the risk and, to quote the court ("Reasons for Judgment," Nosanchuk, Prov. Ct. J.): "There was no medical evidence called at the hearing indicating any ill effects actually suffered...although it was generally conceded that asbestos-related diseases, if they are contracted, would not develop for a period of 10 to 15 years." At several points the court, which acquitted the defendants on all counts, observed that no regulations were in force under the *Occupational Health and Safety Act* governing acceptable concentrations of asbestos in the workplace (although such regulations were in place for lead, the first substance to be 'designated' under the *Act*) or governing the storage, handling, or use of asbestos. Thus the court was forced to conclude that:

> "...the evidence fails to establish beyond a reasonable doubt that, given the contradictory medical evidence and the evidence of controversy in the medical and scientific fields, that Mr. Milburn's health in the circumstances in which he worked was actually or potentially in danger. As the court pointed out, the

> medical evidence is conflicting and the court is not prepared to find that, having regard to the duration and intensity of exposure that a risk to health has been demonstrated beyond a reasonable doubt."

One further passage from the judgment is worth quoting:

> "Hopefully, in the not too distant future, there will be rules and regulations enacted in the Province of Ontario setting out a standard which sets out specific rules and regulations that must be followed wherever asbestos is present and indicating that the failure to follow such rules and regulations would constitute a violation of the law...thereby providing a proper basis upon which a court might determine whether or not an offence has been committed."

The generality of the prohibitions provided under the law forced the Court into what amounted to a standard-setting role, where it had to apply an extremely strict standard of proof which is inappropriate to health and safety regulation. The implications for the enforceability of general prohibitions are obvious. So too, on reflection, are the limitations of numerical exposure standards. If compliance can be monitored, it is clearly better to have such standards than not to have them. But even in jurisdictions which have adopted some variant of the TLV list, covering several hundred substances, what would happen had the risks of a substance not covered by regulation to be demonstrated before a court as part of an attempt to enforce the norm embodied in a general duty clause similar to Ontario's?

The second problem is perceived arbitrariness or unreasonableness. Bardach and Kagan (1982: 79-119) strongly suggest that when a standard or requirement is perceived as unreasonable, not only will those employers affected be less likely to comply, they may engage in active legal resistance, with obvious costs to the implementing agency and the objectives the standard or requirement seeks to achieve. This is perhaps the most difficult issue to deal with in the entire area of implementation. Industry is likely to view exposure standards based on what it considers insufficient evidence of adverse health effects as unjustifiable, and standards with an explicitly precautionary orientation as irrational or unsupported by science. Thus the American Industrial Health Council (1985: 20), established by the chemical industry in 1977 in response to the OSHA cancer policy, insists that "risk assessment based on sound science is separate from, and should precede, the regulation of potential hazards." And demands that engineering controls be used in preference to personal protective equipment are likely to be seen as inefficient, excessively costly ways of achieving the objective of worker protection. The same is likely to be true of exposure standards for reproductive toxins that are set with the aim of protecting women of childbearing age, as opposed to rules which exclude women from jobs carrying a risk of exposure to such agents (Sheridan, 1983).

These conflicts often cannot be avoided. Choices of a standard of proof, or decisions to focus on improved working conditions rather than on the use of protective equipment or work rules to exclude sensitive individuals, are among the most fundamental kinds of choices among occupational health and safety policy options, and reflect the conflicts of values and interests which underlie the standard-setting enterprise.

At the same time, it is pointless to neglect opportunities to minimize perceptions of arbitrariness and unreasonableness, in at least three ways. These prescriptions will not, of course, eliminate conflict over occupational health and safety standards. They may, however, serve to focus that conflict on issues which are central, rather than peripheral, to achieving the general objective of improved worker protection.

First, the rationale for choosing a particular approach to standard-setting (as opposed to a particular individual standard) should be explained as fully and in as much detail as possible. Thus, the focus of disagreement may be shifted from the perceived arbitrariness of the norms which result, to the values or priorities underlying the choice. Second, arbitrariness or the perception of excessively punitive approaches to implementation should as far as possible be avoided—for example, by avoiding first-instance sanctions and perhaps by emphasizing civil rather than quasi-criminal penalties. At present, the legislation under which standards are set is strongly oriented to enforcement through prosecution, despite the many disadvantages of this approach (Ison, 1975). Finally, standard-setters need always to be open to demonstrations of the effectiveness of alternative ways to meet a standard, or the intent thereof, whenever these do not conflict with more fundamental objectives or goals such as preferences for engineering controls. Such an approach, in turn, may entail sacrificing some of the administrative convenience of detailed, prescriptive standards. Some of these suggestions go rather far beyond the construction and design of standards, and are relevant

rather to the nuts and bolts of implementation, yet they nevertheless deserve at least a mention.

Survivability under judicial review is a considerably less important concern for Canadian standards than for those promulgated in the rather more litigious climate of the United States, partly at least because of the breadth of Canadian enabling legislation in the area of occupational health and safety. Survivability at the political level brings us back, again, to the normative basis for standard-setting. Very often, standards which require improvements in working conditions will be resisted by the affected industries because of the costs of compliance, as was the case (for instance) in Ontario manufacturers' resistance to proposed isocyanates standards (ACOHOS, 1984: 23). To the extent affected industries are a politically powerful constituency, the "survivability" of standards which promise meaningful increases in protection may always be in question at the political level. At the same time this inherent conflict can often be minimized, without compromising the basic norms underlying proposed standards, by minimizing perceptions of arbitrariness or unreasonableness.

A final consideration is the effect on technological innovation, and here it is necessary to distinguish two levels of effectiveness. It is now commonplace to note that performance standards afford greater flexibility than do requirements for specific technologies, and can thus lead to innovation in ways to meet the standard at lower cost.

A standard based either on existing technology, or the performance of that technology, is not likely to provide an incentive for innovation at the leading edge of an industry. It may, however, be very effective in bringing all workplaces up to or close to the industry standard, because of the demonstrable (technical) feasibility of meeting the standard (McGarity, 1983: 221). Conversely, standards which cannot be met using existing technology provide a far greater incentive to innovation, but are much more vulnerable at the political/administrative level to arguments that they cannot be met "feasibly" (i.e. without a cost the affected industry considers unacceptable).

Compliance: How Reliable? How Extensive?

Surprisingly little information is available in the published literature on the degree to which existing numerical standards are being met—an essential piece of information for assessing the overall effectiveness of worker protection strategies. Two anecdotal examples suggest that serious problems may exist.

In 1978-79, a survey of conditions in 18 non-ferrous foundries in Ontario (Malik et al., 1984) found that workers in all but two of the establishments were frequently being exposed to levels of metal (dust and fume), silica dust or both which exceeded the applicable TLVs. By 1983, the number of foundries with no measured overexposures had increased from two to six, but 12 foundries still recorded overexposures. According to the report of the survey, the causes "are diverse, but they constitute, for the most part, a litany of the obvious" and "most of the problems giving rise to exposure to toxic dust in non-ferrous foundries are readily recognizable and amenable to solution by conventional and generally feasible means." (Id.: 61) The TLV is not used here as an index of safety or risk, and then as now had no legal status in Ontario, but is useful as a benchmark against which to measure the speed (or slowness) in improvements in working conditions.

Grain dust is also a relatively well understood hazard, both in terms of explosion risk at sufficiently high concentrations and in terms of the damage it does to the respiratory system at lower concentrations (Warren, 1983). Farant and Moore (1978) documented dust concentrations at some locations in Canadian grain elevators which presented fire and explosion hazards, and found grain dust levels consistently exceeded the relevant TLV. In 1978, Labour Canada issued directives requiring the installation of ventilation systems adequate to ensure compliance with the TLV of 10 mg/m^3 (8-hour TWA) within three years. By 1983, fewer than seven out of ten elevators had complied.

These are, to emphasize, just anecdotal examples. Published information is not available, and research might be very useful, on general trends in levels of exposure to workplace contaminants, particularly those which affect relatively large numbers of workers. Information on trends in exposure levels is useful even when it does not relate directly to compliance with a standard, although unfortunately it is probably even less likely to be available in those cases. Here, then is one area in which information and its availability are of importance.

There are several explanations for situations such as those described here. One is (in the case of the Ontario example) the lack of a legal standard, and its importance is suggested by the outcome of the asbestos prosecution

described earlier in this Chapter. Another is the fact that prosecutions are, in many jurisdictions, the only way penalties can be levied for violating standards, but are a cumbersome and relatively uncertain instrument (Ison, 1975) further limited in their usefulness by the applicability of the due diligence defence. Alternatively, the nature of the penalties involved may not provide a sufficient economic incentive to improve working conditions.

These points are dealt with in a forthcoming Law Reform Commission of Canada (1986) working paper, and are not discussed further here. The importance of reliable information about the capabilities of state-of-the-art engineering controls, and about their cost, is demonstrated by this paper's earlier discussion of decisions about economic and technological feasibility. The availability of such information may be an important factor in determining the rate at which employers (particularly employers without the resources to obtain relevant technical expertise, either in-house or on a consulting basis) improve working conditions. (Information on the lowest-cost engineering control options would appear particularly useful.) Information availability is almost certainly an important influence on the effectiveness of those who, whether as workers, as consultants to employers, or in any one of various professional capacities are seeking to improve working conditions. As just one example, the credibility of a proposal to lower asbestos exposure standards to 0.5 fibres/cc of air in plants manufacturing asbestos-containing materials is considerably enhanced by sampling studies showing that technology now in use is capable of keeping personal exposures an order-of-magnitude lower (First and Love, 1982).

How readily available is such information? With what degree of specificity? The answer may be of some importance. If such information is difficult to obtain, small and medium-sized firms may be disadvantaged in their attempts to upgrade working conditions not just by limited financial resources, but also by limited access to information. And those arguing for improved working conditions may find it difficult to dispute claims of economic/technological infeasibility (Latin, 1983: 605-608). Unless economic/compliance cost considerations are to be completely disregarded—something which is probably impossible in practice—access to information on technological capabilities is thus an essential element in achieving the transparency of standard-setting frameworks identified as an objective in Chapter 5. (It is also, even more clearly, essential with respect to norm-setting at the level of joint committees or other consultative institutions.)

There are obvious, and legitimate, concerns with respect to proprietary information about process and equipment capabilities. It is not clear how seriously these would compromise an attempt to improve information access. Yet over the longer term, there is clearly a role for some institution— whether the Centre or some other body—in making as widely available as possible at least that information on capabilities and compliance costs which is in the public domain.

NOTES

1. See the discussion of safe-place vs. safe-person strategies provided by Atherley (1978) and in Chapter 5 of this paper.

2. A review of such requirements is provided in a report prepared for Environment Canada by Strahlendorf (1984).

3. "Picture two groups of 100 animals apiece, one a control group, and one treated with a suspected carcinogen. If there were no tumors in the control group, the lowest incidence in the group of treated animals that we could consider statistically valid with 95 percent confidence is 3 percent. An incidence of 3 percent would be enormous in the U.S. population—66,000 out of 220 million people....Even 0.3 percent is a very high risk for a large population. Yet, to detect an incidence as low as 0.3 percent, at the 95 percent confidence level, would require test groups of 1,000 animals. To detect incidence levels of 0.03 percent or lower—which are closer to the lifetime risks of the more common human cancers—would require tests of hundreds of thousands of animals. This is not practical. What *is* practical is in essence to make one animal stand in for a thousand—by increasing the dosage." (U.S. Council on Environmental Quality, 1979: 202).

4. Hepatic angiosarcoma would appear to be another example. However, the connection between this disease and exposure to vinyl chloride was first isolated in human beings by a company physician on the basis of a case cluster at a particular plant in Louisville, Kentucky in 1974 (Creech and Johnson, 1974). Just months later, a Quebec pathologist made the connection between a tissue sample he was examining and the Kentucky cases (Allen, 1976); he and a co-investigator subsequently published a study (Delorme and Theriault, 1978) indicating that nine cases of hepatic angiosarcoma had been diagnosed between 1959 and 1974 among workers at a vinyl chloride polymerization plant in Shawinigan, Quebec; the causal connection had apparently not been made, although "[t]his type of tumor being very rare, a causal relationship between the exposure to vinyl chloride and the development of an angiosarcoma of the liver is established" (Delorme and Theriault, 1978: 340). Thus analytical epidemiology served to confirm the observations of an alert clinician, rather than to identify a connection between work and disease.

5. This is arguably a criticism of the concept of numerical exposure limits as an approach to worker protection, rather than of epidemiology.

6. United Steelworkers v. Marshall, 647 F. 2d 1189 (D.C. Circuit, 1980), at p. 1266. Judge Wright made similar observations about the implications of waiting for conclusive scientific evidence of hazards to human health from environmental pollution in Ethyl Corporation v. Environmental Protection Agency, 541 F. 2d 1 (D.C. Circuit, 1976), at pp 24-25.

7. It has been suggested in the American context that the "beyond a reasonable doubt" standard demands 95 percent certainty, whereas only 51 percent certaintyis implied by the balance of probabilities standard. (Ethyl Corporation v. Environmental Protection Agency, 541 F. 2d 1 (D.C. Circuit, 1976)), at p. 28, n. 58.

8. O. Reg. 536/81; "Code for Medical Surveillance for Lead" (Toronto: Ontario Ministry of Labour, May 1981).

9. The implications of medical removal as an alternative to improvement of working conditions, and of sexual differentiation in standards based on biological indicators, are discussed more extensively in Chapter 5 of this paper.

10. The Commission is not alone in its over-reliance on negative epidemiology. ACGIH (1984: 29-30), although designating all forms of asbestos as proved carcinogens, has similarly cited the lack of epidemiological evidence of hazard at exposures below 2 fibres/cc as the basis for its belief that it would be "premature and ill advised" to lower its chrysotile TLV from that level. This may be read either as an acceptance of the hypothesis that there are safe/no-effect levels of chrysotile exposure, or that the hazard which may (later be demonstrated to) exist at concentrations below 2 fibres/cc should be treated as an acceptable risk. Either interpretation implies roughly the same policy judgments about the resolution of scientific uncertainty.

11. The most often cited case is that of the U.S. national standard of 1 ppm for workplace exposure to vinyl chloride. This was explicitly a "technology-forcing" standard, and was staunchly resisted by industry, which instead proposed a standard of 5-10 ppm depending on the nature of the facility being regulated, and contended that companies producing vinyl chloride monomer or polyvinyl chloride (PVC) would be forced out of business, with serious economic repercussions for users of the materials as well as for producers (Doniger, 1978: 36-66). In the event, compliance was achieved by industry, and at a far lower cost than originally anticipated. Perry (1981) has emphasized, however, that compliance with the standard was not costless to industry or consumers.

12. As one example, Dr. C.N. Abernethy, Manager of Human Factors for Digital Equipment Corporation, testified before a U.S. Congressional Committee hearing in 1984 (U.S. Congress, 1984: 163) that because improved workplace ergonomics were reflected in increased operator productivity, the payback on investments in redesigned VDT furniture was on the order of 10.5 months.

13. Industrial Union Department, AFL-CIO v. Hodgson, 499 F. 2d 467 (D.C. Circuit, 1974) at p. 478.

14. United Steelworkers v. Marshall, 647 F. 2d 1189 (D.C. Circuit, 1980) at p. 1266.

15. Tola and Hernberg (1981: 188) note that WHO recommendations for biological occupational exposure limits "represent the *opinions* of scientific expert groups. The levels are considered to be concentrations which, *according to present knowledge, do not cause any health impairment*." (Emphases added.) Interestingly, the 40 ug/100 ml blood lead limit (30 ug/100 ml for women of childbearing age) recommended by the WHO groups, although considerably lower than the levels considered "acceptable" by such groups as the Ontario Ministry of Labour or ACGIH, is nevertheless considerably above the level at which changes in physiological processes have been demonstrated.

16. The Supreme Court entrenched this defence in law in 1978, when it defined a category of strict liability offences with respect to which it is "open to the accused to avoid liability by proving that he took all reasonable care. This involves consideration of what a reasonable man would have done in the circumstances." R. v. City of Sault Ste Marie (1978), 40 C.C.C. (2d) 353, at p. 373. The effect is to make mere documentation of a violation of a particular regulation, however conclusive, insufficient to obtain a conviction. For a discussion of the impact of the Sault Ste Marie decision, see Hutchinson (1979).

17. "[A] computation must be made by the owner [of the workplace] in which the quantum of risk is placed in one scale, and the sacrifice involved in the measures necessary for averting the risk (whether in money, time or trouble) is placed in the other; and...if it be shown that there is a gross disproportion between them—the risk being insignificant in relation to the sacrifice—the defendants discharge the onus on them." Edwards v. National Coal Board (Court of Appeal, Tucker, Asquith and Singleton, L.JJ.), 65 The Times L.R. (1949) 430, at p. 432. See also Drake and Wright (1983: 63-69).

18. R. v. Windsor Board of Education and Eric Laub, Prov. Ct. (Criminal Division), County of Essex, June 11, 1982; unreported.

REFERENCES

1. Advisory Council on Occupational Health and Occupational Safety (1982). Fourth Annual Report (Toronto: Ontario Ministry of Labour).

2. Advisory Council on Occupational Health and Occupational Safety (1983). Fifth Annual Report (Toronto: Ontario Ministry of Labour).

3. Advisory Council on Occupational Health and Occupational Safety (1984). Sixth Annual Report (Toronto: Ontario Ministry of Labour).

4. Advisory Council on Occupational Health and Occupational Safety (1985). Seventh Annual Report (Toronto: Ontario Ministry of Labour).

5. Allen, Glen (1976). "Poly-killer," Maclean's, April 19.

6. ACGIH (1984). Documentation of TLVs (1980 ed., with updates) (Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists).

7. ACGIH (1985). TLVs: Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents (Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists).

8. American Industrial Health Council (1985). Report to the Membership—1985: Aims and Advances in Science, Risk Assessment, and Public Policy (Washington, D.C.: AIHC).

9. Ashford, Nicholas A. (1979). Testimony in Use of Cost-Benefit Analysis by Regulatory Agencies, Joint Hearings before the Subcommittee on Oversight and Investigations and the Subcommittee on Consumer Protection and Finance, Committee on Interstate and Foreign Commerce, U.S. House of Representatives, 96th Congress, First Session, Serial 96-157 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office).

10. Ashford, Nicholas A.; Heaton, George R. (1983). "Regulation and Technological Innovation in the Chemical Industry," Law and Contemporary Problems 46:3 (Summer), p. 109-157.

11. Ashford, Nicholas A.; Ryan, C. William; Caldart, Charles C. (1983). "A Hard Look at Federal Regulation of Formaldehyde: A Departure from Reasoned Decisionmaking," Harvard Environmental Law Review 7, p. 297-370.

12. Ashford, Nicholas A.; Spadafor, Christine J.; Caldart, Charles C. (1984). "Human Monitoring: Scientific, Legal and Ethical Considerations," Harvard Environmental Law Review 8, p. 263-363.

13. Ashford, Nicholas A.; Ayers, Christine; Stone, Robert F. (1985). "Using Regulation to Change the Market for Innovation," Harvard Environmental Law Review 8, p. 419-466.

14. Assenheim, H.M. (1979). "Introduction," in The Biological Effects of Radio-Frequency and Microwave Radiation, ed. H.Assenheim, NRCC No. 16448 (Ottawa: Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality, National Research Council Canada).

15. Atherley, G.R.C. (1978). "Strategies in Occupational Health and Safety," in Occupational Health and Safety Concepts: Chemical and Processing Hazards (London: Applied Science Publishers), p. 371-395.

16. Atherley, G.R.C. (1983). "Human Rights versus Occupational Medicine," International Journal of Health Services 13, p. 265-275.

17. Atherley, G.R.C. (1985). "A Critical Review of Time-Weighted Average as an Index of Exposure and Dose, and of Its Key Elements," American Industrial Hygiene Association Journal 46:9, September, p. 481-487.

18. Atherley, G.R.C. (1986). "The Centre and Occupational Health and Safety Problems in Canada" (Hamilton, Ont.: Canadian Centre for Occupational Health and Safety, forthcoming).

19. Atherley, G.R.C.; Johnston, Neil; Tennassee, Maritza (1984). "Biomedical Surveillance: Rights Conflict with Rights"(Hamilton, Ont: Canadian Centre for Occupational Health and Safety, October).

20. Bardach, Eugene; Kagan, Robert A. (1982). Going by the Book: The Problem of Regulatory Unreasonableness (Philadelphia: Temple University Press, 1982).

21. Bates, David (1979). "Preventing Occupational Cancer" (Editorial), Environmental Health Perspectives 28, February, p. 303-310.

22. Beauchamp, Shelly (1983). "Reproductive Hazards and VDTs" (Hamilton, Ont.: Canadian Centre for Occupational Health and Safety, September).

23. Bishop, J; Cicchetti, C. (1975). "Some Institutional and Conceptual Thoughts on the Measurement of Indirect and Intangible Benefits and Costs," Cost-Benefit Analysis and Water Pollution Policy, ed. H. Peskin and E. Seskin (Washington, D.C.: The Urban Institute).

24. Bogen, Kenneth (1980). "Public Policy and Technological Risk," IDEA: Journal of Law and Technology 21:1, p. 37-74 .

25. British Occupational Hygiene Society (1972). "Hygiene Standards for Cotton Dust," Annals of Occupational Hygiene 15, p.165-192.

26. Bryce, George K. (1984). "Rationalizing Occupational Health and Safety Regulations," Background Discussion Document for the First Meeting of Ministers Responsible for Occupational Health and Safety (Toronto, September).

27. Cairns, T. (1979). "The ED-01 Study: Introduction, Objectives and Experimental Design," Journal of Environmental Pathology and Toxicology 3:3, p. 1-7.

28. Calabresi, Guido; Bobbitt, Phillip (1978). Tragic Choices (New York: W.W. Norton).

29. Canadian Union of Public Employees (1982). "A Submission to the Ontario Ministry of Labour on the Document: 'Exposure Criteria for Potentially Harmful Agents and Substances in the Workplace'" (Toronto, mimeo).

30. Christian, Mildred S. (1983). "Assessment of Reproductivity Toxicity—'State of the Art'," Assessment of Reproductive and Teratogenic Hazards, ed. Mildred S. Christian et al. (Princeton, NJ: Princeton Scientific).

31. Corn, Jacqueline Karnell (1981). "Byssinosis—An Historical Perspective," American Journal of Industrial Medicine 2, p. 331-352.

32. Creech, J.L.; Johnson, M.N. (1974). "Angiosarcoma of the Liver in the Manufacture of Polyvinyl Chloride," Journal of Occupational Medicine 16, p. 150-151.

33. Dabney, Betty J. (1981). "The Role of Human Genetic Monitoring in the Workplace," Journal of Occupational Medicine 23, p. 626-631.

34. Darby, W. (1979) "An Example of Decision-Making on Environmental Carcinogens: The Delaney Clause," Journal of Environmental Systems 9:2, p. 109-117.

35. Davis, J.A. (1985). "Workers' Compensation Claims for Stress-Related Disorders," Journal of Occupational Medicine 27, p. 821-825.

36. Delorme, Fernand; Theriault, Gilles (1978). "Ten Cases of Angiosarcoma of the Liver in Shawinigan, Quebec," Journal of Occupational Medicine 20, p. 338-340.

37. Deverell, J. (1984). "Toxic lead levels 7 times the legal limit," Toronto Star, May 24, p. A1, A19.

38. Doern, G. Bruce; Prince, Michael; McNaughton, Garth (1982). Living with Contradictions: Health and Safety Regulation and Implementation in Ontario, Study No. 5, Royal Commission on Matters of Heatlh and Safety Arising from the Use of Asbestos in Ontario (Toronto: Ministry of the Attorney General).

39. Doniger, David (1978). The Law and Policy of Toxic Substances Control: A Case Study of Vinyl Chloride (Baltimore: Johns Hopkins University Press).

40. Drake, C.D.; Wright, F.B. (1983). Law of Health and Safety at Work: The New Approach (London: Sweet & Maxwell).

41. Dourson, Michael L., Stara, Jerry F. (1983). "Regulatory History and Experimental Support of Uncertainty (Safety) Factors," Regulatory Toxicology and Pharmacology 3, p. 224-238.

42. DuBois (1970). "Establishment of 'Threshold' CO Exposure Levels," Annals of the New York Academy of Sciences 171, p. 425-430.

43. Fabricant, Jill; Legator, Marvin (1981). "Etiology, Role and Detection of Chromosomal Aberrations in Man," Journal of Occupational Medicine 23, P. 617-625.

44. Farant, Jean-Pierre; Moore, Charles (1978). "Dust Exposures in the Canadian Grain Industry," American Industrial Hygiene Association Journal 39, p. 177-194.

45. First, M.W.; Love, Dick (1982). "Engineering Control of Asbestos," American Industrial Hygiene Association Journal 43, p. 634-639.

46. Fisher, Ann (1982). "The Scientific Bases for Relating Health Effects to Exposure Levels," EIA Review 3:1, p. 27-42.

47. Gaylor, D.W. (1979). "The ED-01 Study: Summary and Conclusions," Journal of Environmental Pathology and Toxicology 3:3, p. 179-183.

48. Graham, John D.; Vaupel, James W. (1981). "Value of Life: What Difference Does it Make?" Risk Analysis 1:1, March, p. 89-95.

49. Grant, Christine M. (1982). "Establishing Causation in Chemical Exposure Cases: The Precursor Symptoms Theory," Rutgers Law Review 35, p. 163-195.

50. Green, Jeremy (1983). "Detecting the Hypersusceptible Worker: Genetics and Politics in Industrial Medicine," International Journal of Health Services 13, p. 247-264.

51. Haines, Ted; Shannon, Harry (1983). "Sample Size in Occupational Mortality Studies," Journal of Occupational Medicine 25, p. 603-608.

52. Hamilton, Alice (1925). Industrial Poisons in the United States (New York: Macmillan).

53. Hatch, Theodore F. (1962). "Changing Objectives in Occupational Health," American Industrial Hygiene Association Journal 23, p. 1-7.

54. Hernberg, Sven et al. (1970). "delta-Aminolevulinic Acid Dehydrase as a Measure of Lead Exposure," Archives of Environmental Health 21, August, p. 140-145.

55. Hutchinson, A.C. (1979). "Sault Ste Marie, Mens Rea and the Halfway House: Public Welfare Offences Get a Home of Their Own," Osgoode Hall Law Journal 17, p. 415-444 .

56. Infante, Peter; Tsongas, Theodora A. (1983). "Occupational Reproductive Hazards: Necessary Steps to Prevention," American Journal of Industrial Medicine 4, p. 383-390.

57. International Commission on Radiological Protection (1977a), Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 26 (Oxford: Pergamon Press).

58. International Commission on Radiological Protection (1977b), Problems Involved in Developing an Index of Harm, ICRP Publication 27 (Oxford: Pergamon Press).

59. Ison, T.G. (1975). "Re the Uses and Limitations of Sanctions in Industrial Health and Safety," Item no. 158, Workers' Compensation Reporter 1, p. 203-216.

60. Jellinek, Steven D. (1981). "On the Inevitability of Being Wrong," Management of Assessed Risk for Carcinogens, ed. W. Nicholson, Annals of the New York Academy of Science 363, p. 43-48.

61. Karasek, Robert A. (1984). "Characteristics of Task Structure Associated with Physiological Stress and Cardiovascular Illness," Annals of the American Conference of Governmental Industrial Hygienists 8, p. 27-32.

62. Karstadt, Myra; Bobal, Renee; Selikoff, I.J. (1981). "A Survey of Availability of Epidemiologic Data on Humans Exposed to Animal Carcinogens," in Banbury Report 9: Quantification of Occupational Cancer, ed. R. Peto and M. Schneiderman (Cold Spring Harbor Laboratory).

63. Kehoe, R. A. (1961). "Experimental Studies on the Inhalation of Lead by Human Subjects," Pure and Applied Chemistry (reprint) 3, p. 129-144.

64. Klaassen, Curtis D., Doull, John (1980). "Evaluation of Safety: Toxicologic Evaluation," in Casarett and Doull's Toxicology, ed. John Doull, Curtis D. Klaassen, Mary O. Amdur (2nd ed.: New York: Macmillan).

65. Lancranjan, I.; Popescu, H.I.; Gavanescu, O.; Klepsch, I.; Serbanescu, M. (1975). "Reproductive Ability of Workmen Occupationally Exposed to Lead," Archives of Environmental Health 30, p. 396-401.

66. Lappé, Marc (1983). "Ethical Issues in Testing for Differential Sensitivity to Occupational Hazards," Journal of Occupational Medicine 25, p. 797-808.

67. Latin, Howard A. (1982). "The 'Significance' of Toxic Health Risks: An Essay on Legal Decisionmaking Under Uncertainty," Ecology Law Quarterly 10, p. 339-395.

68. Latin, Howard A. (1983). "The Feasibility of Occupational Health Standards: An Essay on Legal Decisionmaking Under Uncertainty," Northwestern University Law Review 78, p. 583-631.

69. Law Reform Commission of Canada (1986). Workplace Pollution, Working Paper, Protection of Life Series [T. Schrecker, principal researcher] (Ottawa: Law Reform Commission of Canada, forthcoming).

70. LeQuesne, Pamela M. (1985). "Clinical and Morphological Findings in Acrylamide Toxicity," Neurotoxicology 6:4, p. 17-24.

71. Levy, Barry S; Wegman, David H. (1983). "Recognizing Occupational Disease," in Occupational Health, ed. B.S. Levy and D.H. Wegman (Boston: Little, Brown).

72. Louch, William (1982). "The Regulation of Chemical Exposure," Document D82-5E (Hamilton, Ont: Canadian Centre for Occupational Health and Safety, October).

73. MacCarthy, Mark (1981). "A Review of Some Normative and Conceptual Issues in Occupational Safety and Health," Boston College Environmental Affairs Law Review 9, p. 773-814.

74. MacLean, Douglas (1982). "Risk and Consent: Philosophical Issues for Centralized Decisions," Risk Analysis 2:2, p. 59-67.

75. Marha, K.; Charron, D. (1985). "The Distribution of a Pulsed Very Low Frequency Electric Field Around Video Display Terminals," Health Physics 49:3 (September), p. 517-521.

76. Marha, K.; Spinner, B.; Purdham, J. (1983). "The Case for Concern About Very Low Frequency Fields from Video Display Terminals" (Hamilton, Ontario: Canadian Centre for Occupational Health and Safety).

77. McCaffrey, David (1982). OSHA and the Politics of Health Regulation (New York: Plenum Press).

78. McCloud, Sheryl G. (1983). "Pink Collar Blues: Potential Hazards of Video Display Terminal Radiation," Southern California Law Review 57, p. 139-171.

79. McCollister, D.D., Oyen, F., Rowe, V.K. (1964). "Toxicology of Acrylamide," Toxicology and Applied Pharmacology 6, p. 172-181.

80. McGarity, Thomas O. (1979). "Substantive and Procedural Discretion in Administrative Resolution of Science Policy Questions: Regulating Carcinogens in EPA and OSHA," Georgetown Law Journal 67, p. 729-810.

81. McGarity, Thomas O. (1983). "Media-Quality, Technology and Cost-Benefit Balancing Strategies for Health and Environmental Regulation," Law and Contemporary Problems 46:3, Summer, p. 159-233.

82. McGinty, Lawrence; Atherley, G.R.C. (1977). "Acceptability versus Democracy," New Scientist, May 12.

83. McGrath, Teresa (1981). "Occupational Exposure to Vinyl Chloride," Appendix G in The Report on the Designation of Vinyl Chloride in Ontario (Toronto: Occupational Health and Safety Division, Ontario Ministry of Labour, August).

84. Miller, F.H. (1983). "Biological Monitoring: The Employer's Dilemma," American Journal of Law and Medicine 9, p. 387-426.

85. Miller, Carolyn T.; Krewski, Daniel; Munro, Ian C. (1983). "Conventional Approaches to Safety Evaluation," in Safety Evaluation and Regulation of Chemicals, 1st International Conference (Basel: Karger).

86. Morrison, A.B.; Munro, I.C.; Bradshaw, L. (1983). "Risk and the Government Process," in: Risk: A Symposium on the Assessment and Perception of Risk to Human Health in Canada, ed. D. Bates (Ottawa: Royal Society of Canada), p. 183-189.

87. Nash, Michael (1983). "Trade Secrets in Occupational Health and Safety Law," in Hazardous Substances and the Right to Know: A One-Day Symposium (Toronto: Canadian Environmental Law Research Foundation).

88. NRC (1984). Toxicity Testing: Strategies to Determine Needs and Priorities, Report of the Steering Committee on Identification of Toxic and Potentially Toxic Chemicals for Consideration by the National Toxicology Program, Board on Toxicology and Environmental Health Hazards, Commission on Life Sciences (Washington, D.C.: National Academy Press).

89. Nisbet, Ian C.T.; Karch, Nathan J. (1983) Chemical Hazards to Human Reproduction (Park Ridge, NJ: Noyes Data Corp.).

90. Nothstein, Gary Z. (1981). The Law of Occupational Safety and Health (New York: The Free Press).

91. OSHA (1977). "Identification, Classification and Regulation of Toxic Substances Posing a Potential Occupational Carcinogenic Risk," Federal Register 42, Part VI (October 4), p. 54148-54247.

92. OSHA (1980). "Identification, Classification and Regulation of Potential Occupational Carcinogens," Federal Register 45:15, Part VII (January 22), p. 5001-5296.

93. Office of Technology Assessment (1981). Assessment of Technologies for Determining Cancer Risks for the Environment, OTA-H-138 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office).

94. Office of Technology Assessment (1983). The Role of Genetic Testing in the Prevention of Occupational Disease, OTA-BA-194 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office).

95. O'Heany, J. (1981). "Health Effects of Lead," Appendix H in: The Report on the Designation of Lead in Ontario (Toronto: Occupational Health and Safety Division, Ministry of Labour, April).

96. Ontario Federation of Labour [OFL] (1984). Towards a More Comprehensive Approach to Regulating Workplace Health Hazards (Toronto: OFL, mimeo, February).

97. Ontario Ministry of Labour (1982). The Report on the Designation of Coke Oven Emissions in Ontario (Toronto: Occupational Health and Safety Division, Ministry of Labour, February).

98. Otto, D.A.; Benignus, V.A.; Muller, K.E.; Barton, C.N. (1981). "Effects of Age and Body Lead Burden on CNS Function in Young Children. I. Slow Cortical Potentials," Electroencephalography and Clinical Neurophysiology 52, p. 229-239.

99. Otto, D.; Benignus, V.; Muller, K.; Barton, C.; Seiple, K.; Prah, J.; Schroeder, S. (1982). "Effects of Low to Moderate Lead Exposure on Slow Cortical Potentials in Young Children: Two Year Follow-up Study," Neurobehavioral Toxicology and Teratology 4, p. 733-737.

100. Page, Talbot (1978). "A Generic View of Toxic Chemicals and Similar Risks," Ecology Law Quarterly 7:2, p. 207-244.

101. Page, Talbot (1981). "A Framework for Unreasonable Risk Under the Toxic Substances Control Act," Management of Assessed Risk for Carcinogens, ed. W. Nicholson, Annals of the New York Academy of Science 363.

102. Paté, M. Elisabeth (1983). "Acceptable Decision Processes and Acceptable Risks in Public Sector Regulation," IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics SMC-13:3, March/April, p. 113-124.

103. Perera, Frederica P.; Weinstein, I. Bernard (1982). "Molecular Epidemiology and Carcinogen-DNA Adduct Detection: New Approaches to Studies of Human Cancer Causation," Journal of Chronic Diseases 35, p. 581-600.

104. Perry, Charles R. (1981). "Safe and Healthful Working Conditions: The Case of Vinyl Chloride," Toxic Substances Journal 2:3, p. 215-223.

105. Rall, David (1978). "Thresholds?" Environmental Health Perspectives 22, p. 163-165.

106. Rall, David (1982). Comments in "Scientific Panel: Cause/Effect Relationships in Health Risk Cases," Jurimetrics Journal 22:4, Summer, p. 378-402.

107. Ramsay, Hon. R. (1984). Comments in Legislature of Ontario Debates, May 25, p. 1803-1806.

108. Roberts, R.S.; Julian, James A. (1983). "Mortality Study of Canadian Nickel Miners," in Health Issues Related to Metal and Nonmetallic Mining, ed. W.L. Wagner; W.N. Rom; J.A. Merchant, Ann Arbor Science Series (Boston: Butterworths).

109. Roels, H.F. et al. (1976). "Impact of Air Pollution by Lead on the Heme Biosynthetic Pathway in School-Age Children," Archives of Environmental Health 31, p. 310-316.

110. Royal Commission on Matters of Health and Safety Arising from the Use of Asbestos in Ontario (1984). Report, 3 vols. (Toronto: Ontario Ministry of the Attorney General).

111. Russell, A.E.; Jones, E.R.; Bloomfield, J.J.; Britten, R.H.; Thompson, L.R. (1933). "Lead Poisoning in a Storage Battery Plant, Public Health Bulletin, June (Washington, D.C.: U.S. Public Health Service).

112. Sass, Robert (1978). "Stressors and Work Populations: Further Thoughts on 'Work at the Centre'", Discussion Paper (Regina: Saskatchewan Ministry of Labour, 1978).

113. Sass, Robert (1983). "Cancer in the Work Environment," Alternatives: Perspectives on Society and Environment 11:3/4, Summer, p. 37-43.

114. Savitz, David A.; Harley, Barbara; Krekel, Sylvia; Marshall, Julie; Bondy, Jessica; Orleans, Miriam (1984). "Survey of Reproductive Hazards among Oil, Chemical and Atomic Workers Exposed to Halogenated Hydrocarbons," American Journal of Industrial Medicine 6, p. 253-264.

115. Schaar, John (1970). "Legitimacy in the Modern State," in Power and Community: Dissenting Essays in Political Theory, ed. P. Green and S. Levinson (New York: Vintage).

116. Schneiderman, Marvin (1982). "Cost-Benefit, Social Values and the Setting of Occupational Health Standards," in Legal and Ethical Dilemmas in Occupational Health, ed. Jeffrey Lee and William Rom, Ann Arbor Science Series (Boston: Butterworths, 1982).

117. Schroeder, E.P.; Schapiro, S.A. (1984). "Responses to Occupational Disease: The Role of Markets, Regulation and Information," Georgetown Law Journal 72, p. 1231-1309.

118. Seppalainen, A.M. et al. (1975). "Subclinical Neuropathy at 'Safe' Levels of Lead Exposure," Archives of Environmental Health 30 (April), p. 180-183.

119. Seppalainen, A.M. et al. (1979). "Relationship Between Blood Lead Levels and Nerve Conduction Velocities," Neurotoxicology 1, p. 313-332.

120. Severo, Richard (1980). "The Genetic Barrier: Job Benefit or Job Bias?" The New York Times, February 3, 4, 5, 6.

121. Shannon, H.S; Hayes, M.; Julian, J.A.; Muir, D.C.F. (1984). "Mortality Experience of Glass Fibre Workers," British Journal of Industrial Medicine 41, p. 35-38.

122. Sheridan, Peter J. (1983). "Reproductive Hazards: Probing the Ethical Issues," Occupational Hazards 45:5, May, p. 72-75.

123. Silbergeld, Ellen; Hruska, Robert (1980). "Neurochemical Investigations of Low Level Lead Exposure," in Low Level Lead Exposure: The Clinical Implications of Current Research, ed. H. L. Needleman (New York: Raven Press).

124. Smyth, H. F. (1956). "Improved Communication: Hygenic Standards for Daily Inhalation," Industrial Hygiene Quarterly, June, p. 129-185.

125. Starr, C. (1969). "Social Benefit versus Technological Risk," Science 165, p. 1232-1238.

126. Starr, C. (1972). "Benefit-Cost Studies in Sociotechnical Systems," in Perspectives on Benefit-Risk Decision Making, Report of a Colloquium conducted by the Committee on Public Engineering Policy (Washington, D.C.: National Academy of Engineering).

127. Steneck, Nicholas (1983). "Subjectivity in Standards: The Case of ANSI C95.1-1982," Microwaves & RF, May, p. 137-142, 164-166.

128. Stokinger, Herbert (1955). "Standards for Safeguarding the Health of the Industrial Worker," (reprinted in) Threshold Limit Values--Discussion and Thirty-Five Year Index with Recommendations, ed. Marshall LaNier, Annals of the American Conference of Governmental Industrial Hygienists 9 (Cincinnati, Ohio: ACGIH).

129. Stokinger, Herbert (1971). "Sanity in Research and Evaluation of Environmental Health," Science 174, November 12, p. 662-665.

130. Stokinger, Herbert (1981). "Genetic Screening of Employees: Resistance and Responsibility," (reprinted in) Threshold Limit Values—Discussion and Thirty-Five Year Index with Recommendations, ed. Marshall LaNier, Annals of the American Conference of Governmental Industrial Hygienists 9 (Cincinnati, Ohio: ACGIH).

131. Stokinger, Herbert; Scheel, L.D. (1973). "Hypersusceptibility and Genetic Problems in Occupational Medicine—A Consensus Report," Journal of Occupational Medicine 15, p. 564-573.

132. Strahlendorf, Peter (1984). New Chemicals Legislation in OECD Member States: A Review of Notification Requirements, CC-8 (Ottawa: Contaminants Control Branch, Environmental Protection Service, Environment Canada).

133. Swinton, K.E. (1983). "Enforcement of Occupational Health and Safety Legislation: The Role of the Internal Responsibility System," in Studies in Labour Law, ed. K. Swan and K.E. Swinton, Canadian Legal Studies Series (Toronto: Butterworths, 1983).

134. Tola, S.; Hernberg, S. (1981). "Strategies of Biological Monitoring," in Recent Advances in Occupational Health, ed. J.C. McDonald (Edinburgh: Churchill Livingstone, 1981).

135. Treasury Board Canada (1979). "Socio-economic Impact Analysis," Administrative Policy Manual, Chapter 490 (Ottawa, December).

136. Tuthill, Robert W. (1985). Assessment of the Literature on Health Effects Related to Video Display Terminals (Boston: Massachusetts Department of Public Health, April).

137. U.S. Congress (1984), House Committee on Education and Labor, Subcommittee on Health and Safety. OSHA Oversight: Video Display Terminals in the Workplace, Hearings on February 28, March 13, April 3, May 1, 8 and 15, June 5 and 12 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office).

138. U.S. Council on Environmental Quality (1979). Environmental Quality: Tenth Annual Report (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office).

139. Viscusi, W. Kip (1982). "Setting Efficient Standards for Occupational Hazards," Journal of Occupational Medicine 24, p. 969-976.

140. Vogel, David (1983). "Cooperative Regulation: Environmental Protection in Great Britain," The Public Interest no. 72, June, pp 88-106.

141. Warren, C.P.W. (1983). "Health and Safety in the Grain Industry." in Environmental and Occupational Medicine, ed. W. Rom (Boston: Little, Brown).

142. Weinberg, Alvin M. (1972). "Science and Trans-Science," Minerva 10:2, p. 209-222.

143. Whittington, Dale; Grubb, W. Norton (1984). "Economic Analysis in Regulatory Decisions: The Implications of Executive Order 12291," Science, Technology & Human Values 9:1, Winter, p. 63-71.

144. Williams, Wendy W. (1981). "Firing the Woman to Protect the Fetus: The Reconciliation of Fetal Protection with Employment Opportunity Goals under Title VII," Georgetown Law Journal 69, p. 641-704.

145. Winslow, C.E.A. (1927). "Summary of the National Safety Council Study on Benzol Poisoning," Journal of Industrial Hygiene 9, p. 61-74.

146. WHO (1975). Early Detection of Health Impairment in Occupational Exposure to Health Hazards, Technical Report Series no. 571 (Geneva: World Health Organization).

147. Wrenn, McDonald E.; Mays, Charles W. (1983). "Ionizing Radiation," in Environmental and Occupational Medicine, ed. William N. Rom (Boston: Little, Brown, 1983).

148. Yandle, Bruce (1982). "A Social Regulation Controversy: The Cotton Dust Standard," Social Science Quarterly 63:1, p. 58-69.

149. Zielhuis, R.L.; Notten, W.R.F. (1979). "Criteria for Setting Permissible Levels," International Archives of Occupational and Environmental Health 42, p. 269-281.

Canadian Centre for Occupational Health and Safety

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail

Les pièges des normes

P86-4F

Centre canadien
d'hygiène et de
sécurité au travail

Les pièges des normes

par
•Ted Schrecker
Recherche et consultation

Centre canadien
d'hygiène et de
sécurité au travail

LES PIÈGES DES NORMES

NUMÉRO DU CCHST P86-4F

ISBN 0-660-91817-X

NUMÉRO DE CATALOGUE DSS CC273-3/86-4F

Cette publication est disponible
dans les deux langues officielles.

This publication is available
in both official languages.

Le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail s'efforce de s'assurer que l'information qu'il distribue est exacte et exhaustive. Cependant il est entendu que le Centre ne se porte pas garant que ladite information est exacte et exhaustive et ne sera tenu responsable d'aucun dommage ni d'aucune perte subis par le demandeur par suite de l'utilisation d'une information inexacte ou incomplète.

Date de publication: 1986

Exemplaires supplémentaires disponibles sur demande.

250 rue Main est
Hamilton, Ontario
L8N 1H6
(416) 572-2981
Télex 061-8532

Centre canadien
d'hygiène et de
sécurité au travail

TABLE DES MATIÈRES

SECTION		PAGE
1	Introduction	1
2	Établissement de normes: problèmes que pose la nature des preuves	1
3	Établissement de normes: évaluation des preuves	7
4	Établissement de normes: problèmes que pose la nature de l'entreprise	15
5	Choix d'un cadre acceptable aux fins de l'établissement de normes	22
6	Modalités et mise en oeuvre: aspects oubliés	29
	Remarques	37
	Références	40

1. INTRODUCTION

Qu'entend-on par normes? Est-ce que le processus d'établissement de normes d'hygiène au travail est une approche scientifique? Sinon, de quel ordre est cette entreprise et comment peut-elle être améliorée?

Dans le domaine de l'hygiène au travail, nous avons l'habitude de considérer les normes comme des valeurs numériques représentant les niveaux admissibles d'exposition aux contaminants présents sur les lieux de travail. Or, même si les normes sont souvent exprimées sous forme de valeur, elles n'ont pas nécessairement à revêtir cette forme. Elles peuvent, par exemple, constituer des exigences régissant l'installation des meilleurs appareils de contrôle technique qui servent à limiter l'exposition. D'autre part, elles peuvent être exprimées sous forme de limites d'exposition numériques, mais ces limites peuvent varier selon les réductions apportées aux niveaux de contaminants présents sur les lieux de travail actuellement, lesquels pourraient être atteints grâce aux progrès qu'on prévoit réaliser dans les techniques de contrôle. Comme les limites d'exposition numériques sont chose généralisée, le présent rapport portera surtout sur celles-ci, mais il expliquera également certains autres concepts.

Les chapitres 2 à 4 inclusivement suggèrent que, même si les conclusions de l'enquête scientifique jouent un rôle indispensable dans l'établissement des normes, l'entreprise elle-même est de nature sociale et politique, et exige qu'on prenne des décisions au sujet de lignes de conduite concernant l'utilisation appropriée des preuves scientifiques, qu'on pèse les risques et les avantages et qu'on tienne compte (de façon primordiale) de l'incertitude scientifique. L'établissement des normes est cependant une entreprise qui, trop souvent, échappe à l'entendement de ceux qui y participent ou qui prennent part à l'élaboration de mécanismes servant à établir (et à mettre en oeuvre) les normes. Les chapitres 5 et 6 portent sur les façons qui refléteraient davantage la nature sous-jacente de l'établissement des normes; ces chapitres renforcent le rôle de l'information et des systèmes d'information pour ce qui est d'améliorer le procédé.

2. ÉTABLISSEMENT DE NORMES:

Problèmes que pose la nature des preuves

Quelles preuves avons-nous?

Les problèmes les plus simples que pose l'établissement de normes sont probablement quand même énormes: les données requises pour évaluer la relation entre l'exposition à une substance précise et les effets sur la santé peuvent tout simplement ne pas être disponibles. En 1980, le National Research Council des États-Unis a entrepris un projet visant à évaluer l'état des renseignements toxicologiques sur les produits industriels auxquels les êtres humains pouvaient être exposés. Dans son rapport de 1984 (NRC, 1984), le Comité présente les résultats de cette enquête fondée sur une recherche approfondie des renseignements toxicologiques portant sur un petit échantillon aléatoire des substances chimiques utilisées à des fins industrielles et commerciales. L'information minimale sur la toxicité a été définie comme étant la combinaison précise de cinq genres de tests de base (...): aigu, sous-chronique, chronique, influant sur la reproduction et le développement et mutagénicité. Même dans le cas des substances soumises à des tests plus ou moins systématiques avant d'être approuvées, telles que les produits pharmaceutiques et les pesticides, on a décelé de grandes lacunes dans les renseignements offerts. Le Comité a découvert que même les données minimales étaient disponibles pour seulement 36 pour cent des ingrédients des pesticides, 39 pour cent des ingrédients des produits pharmaceutiques et seulement 20 pour cent des additifs alimentaires. Aucun renseignement sur la toxicité n'a été trouvé pour 38 pour cent des pesticides, 56 pour cent des ingrédients des produits cosmétiques et 46 pour cent des additifs alimentaires.

Ces chiffres sont tout à fait inquiétants, qu'ils se rapportent aux risques que courent les consommateurs ou aux expositions professionnelles possibles. Pourtant, la situation est encore plus grave dans le cas des substances chimiques sur le marché qui ne tombent dans aucune de ces catégories relativement spécialisées. (L'échantillon dont s'est servi le Comité a été tiré de quelque 47 000 substances chimiques énumérées dans

le répertoire préparé en vertu du U.S. Toxic Substances Control Act.) On n'a trouvé aucun renseignement sur la toxicité pour environ quatre cinquièmes de ces substances. Pour environ le cinquième, on a trouvé un minimum de renseignements sur la toxicité; pour environ le dixième, il serait possible de mener une évaluation partielle des dangers pour la santé. La situation n'a pas semblé être moins grave dans le cas des substances chimiques utilisées en grande quantité. Les renseignements n'étaient pas plus abondants pour les substances chimiques produites dans une quantité supérieure à un million de livres par année et celles produites en plus faible quantité ou celles dont on ne connaît pas les volumes de production. Les tests menés pour dépister la toxicité chronique et les effets sur la reproduction et le développement biologique semblent avoir été particulièrement rares.

Ces résultats peuvent être un peu pessimistes pour un certain nombre de raisons. Premièrement, vu la taille extrêmement réduite de l'échantillon de substances chimiques qui ont fait l'objet de recherches, l'extrapolation à l'univers entier des substances chimiques ne doit être faite qu'avec une grande prudence. Cependant, même si nous ne prenions que 90 pour cent des valeurs extrapolées les plus hautes dans l'intervalle de confiance, les résultats ne seraient pas rassurants: selon des estimations fondées sur ces limites supérieures, un minimum de renseignements sur la toxicité serait disponible pour seulement 30 pour cent des substances chimiques sur le marché (NRC, 1984: 84). Deuxièmement, il se peut que l'on n'ait pas repéré tous les renseignements possibles (par exemple, des renseignements non publiés dans les dossiers des industries ou des gouvernements). Troisièmement, étant donné que l'échantillon des substances chimiques étudiées était aléatoire, il est peu probable qu'il traduise l'état des renseignements sur les substances chimiques auxquelles les gens sont le plus exposés ou celles dont les dangers pour la santé sont les plus graves et les plus facilement repérables.

D'autre part, selon l'étude menée par le NRC sur la qualité des données d'essais pour un sous-échantillon de 100 substances pour lesquelles on a trouvé au moins un minimum de renseignements sur la toxicité, il appert que l'exhaustivité des tests et la pertinence des protocoles utilisés laissent gravement à désirer. En d'autres termes, on a découvert qu'il fallait refaire un grand nombre de tests, et en mener de nouveaux, même dans le cas des substances pour lesquelles on avait découvert un minimum de renseignements sur la toxicité.

Pour ce qui est de la validité du procédé d'établissement de normes, des conclusions telles que celles du Comité du NRC, portent à réflexion, c'est le moins qu'on puisse dire. Selon un examen de la base de données qui contient quelques-unes des normes d'hygiène au travail les plus répandues en Amérique du Nord, les seuils admissibles d'exposition (SAE) de l'ACGIH, même dans le cas des substances chimiques industrielles relativement peu nombreuses pour lesquelles on a établi des SAE, il existe des problèmes du genre de ceux déterminés par le Comité du NRC. Se fondant sur deux exemples précis, Louch (1982: 6) indique qu'une recommandation de l'ACGIH ne peut, au mieux, qu'effleurer l'aspect scientifique:

> L'acide trichloroacétique est une substance chimique utilisée en médecine et en pharmacologie et également dans un certain nombre de laboratoires et dans la production d'herbicides. L'ACGIH en a établi la limite d'exposition à une partie par million. Dans la conclusion qui figure dans les documents appuyant cette limite, on suggère 1 ppm en se fondant en grande partie sur sa ressemblance à l'acide dichloro-2,2 propanoïque et sur le peu de données dont il vient d'être question. Au fond, on indique qu'on n'en sait pas très long au sujet de l'acide trichloroacétique. Il ressemble à l'acide dichloropropionique, c'est pourquoi on a établi la même limite d'exposition professionnelle. Je me demande si c'est très scientifique.
>
> Un dernier exemple, le n-valéraldéhyde est un liquide incolore utilisé dans des composés aromatisants, dans la chimie de la résine et comme accélérateur de caoutchouc. La conclusion figurant dans les documents qui soutiennent une limite d'exposition de 50 parties par million se lit de la façon suivante: On recommande 50 ppm pour prévenir l'irritation de la peau et des yeux. Il faut mener des expériences en industrie pour évaluer la pertinence de cette limite. Ce qu'on dit encore ici, c'est que nous n'en savons pas très long à propos des substances chimiques et qu'il faut les essayer sur les travailleurs pour voir quels effets elles produiront.

À titre indicatif, prenons un autre exemple, celui du SEA de l'acrylamide, qui est fixé à 0,3 mg par mètre cube d'air. Les principales preuves expérimentales sur

lesquelles est fondée cette limite sont les résultats d'une étrange étude d'alimentation effectuée pendant un an sur des chats, espèce jugée la plus vulnérable. Deux des trois témoins sont morts au cours du premier mois de l'expérience et les deux chats alimentés à 0,1 et 0,03 mg/kg/jour et l'un des deux chats alimentés à 0,3 mg/kg/jour sont morts au cours des quatre premiers mois de l'expérience. Le chat qui a survécu à ce dernier niveau d'exposition ne semblait pas affecté par la substance; toutefois certains symptômes neurotoxiques sont apparus chez le seul chat alimenté à 1 mg/kg/jour, lequel a pu survivre tout au long de l'étude. A partir de ces résultats, on (l'ACGIH) suppose que les niveaux alimentaires (...) se situant entre 0,3 et 1 mg/kg représentent une dose *sans effet secondaire* (souligné dans l'original). Les auteurs de cette étude ont conclu qu'il faudrait empêcher les travailleurs d'absorber plus de 0,05 mg/kg/jour d'acrylamide et l'ACGIH calcule le SAE en se fondant sur l'hypothèse qu'il y a échange respiratoire de 10 mètres cube par jour.

Cet exemple démontre plusieurs problèmes importants du traitement des preuves aux fins de l'établissement de normes. Ces problèmes sont étudiés avec plus de précision plus loin dans le document. L'un de ces problèmes est l'incertitude que pose l'utilisation du niveau d'exposition dans des expériences animales comme base pour déterminer les limites d'exposition des sujets humains, problème dont on discute davantage plus loin dans le présent rapport. Un autre problème, c'est le fait que les normes fondées sur les observations en laboratoire ou sur le comportement chez les animaux ou les humains n'assurent pas une véritable protection, puisque le mécanisme de l'action neurotoxique de l'acrylamide n'est pas entièrement compris et qu'il y a de nombreuses preuves des dommages physiologiques causés au tissu nerveux et associés à des niveaux d'exposition qui peuvent être accompagnés par des manifestations cliniques (LeQuesne, 1985). Le point qui suscite le plus d'intérêt dans l'immédiat est que les problèmes liés aux lacunes ou à la piètre qualité de la base de renseignements scientifiques ne sont pas seulement une préoccupation académique, ni ne se limitent au domaine de la science ou de l'établissement de normes: ils influent sur les normes dont l'application est déjà répandue. Dans certains cas, le problème peut être que les données existantes n'ont pas été complètement analysées, plutôt qu'un manque de données. Il y a peu de temps, le Syndicat canadien de la Fonction publique (1982) a avancé que cette dernière explication pouvait s'appliquer au SAE dans le cas des émanations de soudure, des émanations d'asphalte, du Malathion et du 2,4,5-T. Quoi qu'il en soit, l'analyse du NRC sur les problèmes de qualité des données, le problème des normes fondées sur l'expérience des deux chats, comme dans le cas de l'acrylamide, est grave et le restera sûrement pendant un certain temps.

Un autre facteur sape l'illusion voulant que l'établissement de normes soit un procédé scientifique: la méthode maintenant presque universelle d'établissement de normes pour les contaminants de l'air, en fonction d'une exposition moyenne pondérée sur le temps (MPT). Cependant, une analyse récente des preuves (Atherley, 1985) indique que la preuve empirique soutenant l'utilisation de la MPT comme indice de dose est extrêmement faible. La MPT semble être acceptée en partie pour des raisons pratiques et en partie parce qu'elle semblait offrir une indication plus exacte de la dose que l'option d'établir des valeurs simples maximales pour des concentrations de contaminants de l'air. Toute cette incertitude, au premier abord, semble mener logiquement à la surveillance biomédicale, mais cette dernière (...) a l'inconvénient, sur le plan social, de déplacer le centre d'attention du lieu de travail où la contamination commence, aux corps des travailleurs, où les réactions toxiques se produisent (Atherley, 1985: 486). Ainsi, il en ressort un conflit direct de priorités entre les objectifs scientifiques et sociaux de la ligne de conduite en matière d'hygiène professionnelle.[1]

En termes pratiques, la quantité limitée de renseignements toxicologiques et la qualité douteuse de certaines données rendent difficile l'évaluation globale des dangers sanitaires possibles liés à des expositions au travail. En théorie, les solutions ne sont pas difficiles à trouver. La qualité des données existantes et la mesure dans laquelle il faudrait s'y fier pour établir les normes sont des problèmes qui peuvent se régler en révisant les études, ce qui est fait au moins aux États-Unis avec de plus en plus de dynamisme, ou parfois simplement en les lisant. Le problème de la disponibilité des données sur l'exposition aux substances qui sont déjà répandues peut être traité en affectant de nombreuses ressources supplémentaires à la recherche en toxicologie ou en établissant des exigences réglementaires concernant des nouveaux tests. De plus, la croissance des problèmes de disponibilité des données peut être freinée en établissant des exigences selon lesquelles il faudrait, avant la fabrication ou la mise en marché de nouvelles substances

chimiques, un minimum d'essais. Ces exigences sont progressivement adoptées par la plupart des pays industrialisés.[2] Il est certain que ces solutions sont contestées et coûteuses, mais elles sont directes en ce sens que les seules ressources nécessaires sont l'argent et la main d'oeuvre. D'autres problèmes associés aux preuves scientifiques utilisées pour établir des normes sont plus complexes et insolubles. Deux des plus importants problèmes du domaine de l'hygiène du travail sont discutés dans les parties qui suivent.

Quelles preuves pouvons-nous obtenir?

Expériences chez les animaux

On reconnaît maintenant qu'on ne doit pas faire d'expériences sur les humains. Il semble parfois que l'on s'y rattache davantage dans des cas d'infractions que dans des cas d'observation, pourtant cette pratique a donné lieu aux systèmes d'essais sur les animaux comme élément essentiel pour élaborer une base scientifique sur laquelle fonder les normes d'exposition. Comme fondement pour comprendre les mécanismes physiologiques, l'extrapolation des expériences animales aux sujets humains est souvent non seulement valide, mais directe. Il reste cependant à définir une base permettant d'évaluer dans quelle mesure les résultats obtenus sur des animaux peuvent s'appliquer aux humains.

Les questions importantes comprennent la nécessité (et souvent la difficulté) d'établir de façon concluante la vulnérabilité relative des animaux testés et des êtres humains, et le choix approprié d'un facteur d'échelle pour calculer l'équivalent humain des doses administrées aux animaux de laboratoire (Dourson et Stara, 1983). Dans les essais servant à dépister le pouvoir carcinogène, le choix du facteur d'échelle peut faire varier l'estimation des risques humains par un facteur de quarante (Service de prospective technologique, 1981: 170). Dans le cas des substances toxiques, les problèmes d'adaptation entre les espèces sont souvent résolus en calculant une marge d'erreur pour le niveau où l'on n'observe aucun effet. Ce facteur de sécurité tient compte de la possibilité que l'homme soit plus vulnérable que les espèces animales testées et que chaque personne ait un degré de sensibilité différent (Miller et coll., 1983: 69). Malgré certaines justifications empiriques, de tels facteurs de sécurité constituent en fait des facteurs d'incertitude (Dourson et Stara, 1983). Par conséquent, les facteurs de sécurité ne peuvent être normalement choisis ou appliqués sur une base scientifique; plutôt, leur choix et leur application représentent un choix politique de la façon dont les données scientifiques seront traitées, utilisées ou interprétées.

À cet effet, une hypothèse sous-jacente de la méthode est

> (...) qu'un seuil existe dans la relation dose-effets entre le niveau où l'on n'observe aucun effet et la plus faible dose produisant un effet. Il est largement reconnu, cependant, que le niveau en question dépend du nombre d'animaux testés et que l'observation de l'absence de réaction, même dans un groupe relativement important d'animaux testés, ne garantit pas l'entière sécurité (Miller et coll., 1983: 70).

Ainsi, la discussion des seuils porte en réalité sur la forme de la courbe dose-effets à de faibles doses.

Les difficultés de l'observation empirique des relations dose-effets aux faibles doses visées dans le cas de l'exposition de l'être humain ont été spectaculairement démontrées par l'étude ED_{01} (méga-souris), soit un ensemble d'expériences menées sur plus de 24 000 souris au moyen du carcinogène reconnu l'acétyl-2 aminofluorène (2-AAF). L'étude avait pour but de découvrir la dose réelle qui produirait une tumeur dans 1 pour cent des cas et permettrait aux chercheurs d'étudier la forme de la courbe dose-effets avec une précision qui soit supérieure d'environ un ordre de grandeur à celle que l'on obtient généralement dans les études de dépistage actuelles de la carcinogenèse (Cairns, 1980: 3). Un taux d'incidence de 1 pour cent est encore considérablement élevé (il correspond à un risque de 10 000 cas de cancer supplémentaires pour un million de personnes exposées); pourtant il est beaucoup plus bas que celui qui serait probablement détecté dans un test de laboratoire normal.[3]

Deux résultats différents, des tumeurs de la vessie et des tumeurs du foie, ont été isolés. Les tumeurs de la vessie chez les souris exposées ont tracé une courbe dose-effets extrêmement abrupte qui suggère, en apparence, l'existence d'un niveau où l'on ne décèle aucun effet. Cependant, pour des raisons statistiques: Même avec ces grands échantillons, nous pourrons seulement être certains que le taux de tumeurs apparaissant au cours d'une vie, après une exposition à 30 parties par million (soit la plus faible dose testée) est inférieur à 9 par 1 000, certainement pas l'équivalent d'un effet de seuil (Gaylor, 1980: 180-181). Une extrapolation linéaire prudente au

bas de la courbe dose-effets des tumeurs de la vessie mène à prévoir une limite supérieure de risques d'un cas par million à une exposition de 10 parties par milliard. Cette dose

> (...) est 3 000 fois plus faible que le plus bas niveau de 30 ppm utilisé dans l'étude. Certains soutiennent que les tests devraient être menés à des niveaux où les humains sont exposés. Si les risques à ces niveaux étaient de l'ordre d'un cas par million, il faudrait étudier plusieurs millions d'animaux pour chaque test, afin de déterminer s'il existe un risque de cancer. Même en menant des tests à un niveau 100 fois plus grand que celui qui est permissible, on ne peut garantir une sécurité adéquate. Nous espérons que le risque couru à une dose 100 fois plus forte que celle admise serait faible, mais il faudrait éventuellement des milliers d'animaux pour dépister de tels risques (id.).

Selon l'étude, la relation dose-effets des tumeurs du foie est presque linéaire et n'indique donc aucunement l'existence d'une dose de seuil. L'extrapolation linéaire de la plus faible dose utilisée en laboratoire laisse envisager un risque inférieur à un cas par million, dans le cas d'une alimentation de 2-AAF à un niveau de 0,4 partie par milliard pendant toute une vie. La dose correspondante dans le cas des tumeurs de la vessie était de 10 parties par milliard (id.). Selon les conclusions de l'étude ED_{01} concernant les tumeurs du foie, il semblerait y avoir une autre limite courante et importante quant à la capacité de nombreuses études expérimentales de produire des conclusions significatives au sujet des relations dose-effets à de faibles doses:

> Dans le cas des animaux sacrifiés après 18 mois, des tumeurs du foie ont été observées chez 5,8 pour cent des animaux soumis à la plus forte dose. Si on avait utilisé le nombre typique de 50 animaux, et si l'étude s'était terminée au bout de 18 mois, ce qui se fait fréquemment dans le cas de tests de sécurité au moyen de souris, les tumeurs du foie n'auraient pas été dépistées. Par conséquent, l'incidence des tumeurs qui présentent le plus grand risque à de faibles doses n'aurait pas été remarquée. En fait, les tumeurs de la vessie n'auraient même pas été dépistées au bout de 18 mois au moyen de 50 animaux, sauf à la plus forte dose de 150 ppm (...) (Gaylor, 1980: 182).

Les résultats de cette étude, qui a pris beaucoup de temps à mener et qui a coûté très cher, indiquent que nous ne savons généralement pas (et, en réalité, nous ne saurons peut-être jamais) si les niveaux où l'on n'observe aucun effet établis au cours des expériences menées au moyen d'une substance précise représentent une absence réelle d'effets ou simplement l'incapacité de dépister les effets qui pourraient toutefois être d'une très grande importance, si on les extrapolait à un grand nombre d'êtres humains exposés. L'utilisation des facteurs de sécurité ou d'incertitude tient compte de cette possibilité. Cependant, comme nous l'avons déjà mentionné, leur utilisation suppose l'existence de seuils biologiques. Sans cette hypothèse, le choix d'un facteur d'incertitude représente une décision sur ce que l'on considère des risques acceptables.

Les seuils constituent un sujet des plus controversés en ce qui concerne les effets stochastiques tels que la carcinogenèse provoquée par les radiations, dont la probabilité, mais non la gravité, dépend de la dose (Wrenn et Mays, 1983: 674). Cependant, la validité du concept des seuils biologiques est également mise en doute par des études sur les effets non stochastiques, par exemple ceux que produit l'exposition au plomb et au gaz carbonique. Hernberg et coll. (1970) et Roels et coll. (1976) n'ont manifestement pas démontré qu'il existait un seuil pour le plomb dans le sang, sous lequel ne se produisait pas une inhibition enzymatique de la déshydrase de l'acide delta aminolévulinique. Selon des études menées par Otto et coll. (1981, 1982) sur les effets du plomb sur le système nerveux central, il existe une relation linéaire entre la teneur en plomb dans le sang et le voltage d'ondes lentes chez des enfants exposés à des concentrations de plomb variant de 7 à 59 ug/100 ml; ils ont conclu que même de très bas niveaux de plomb dans l'organisme influent sur ce paramètre de la fonction cérébrale; en d'autres mots, il ne semble pas exister de seuil où l'on constate l'absence d'effets. (Otto et coll., 1981: 236). De plus, Silbergeld et Hruska (1980) préviennent qu'il ne faut pas supposer l'existence de seuils dans le cas des effets neurotoxiques en se fondant sur leur mécanisme neurochimique connu. Le mécanisme de l'intoxication oxycarbonée (liaison à l'hémoglobine) suggérerait l'absence d'un seuil où l'on constaterait des effets biologiques. Selon DuBois (1970: 427), les études sur les effets neurologiques liés au gaz carbonique révèlent une relation dose-effets qui semble linéaire et, par conséquent, suggère l'absence d'un seuil réel. Il soutient qu'à la lumière de ce fait, la question se pose de la façon suivante: jusqu'à quel degré sommes-nous prêts à tolérer l'affaiblissement des fonctions dans des conditions d'exposition du public (...)?

Quelles preuves pouvons-nous obtenir?

Les limites de l'épidémiologie

Du moins au premier abord, les problèmes liés aux extrapolations des résultats obtenus à partir des systèmes d'essais sur des animaux de laboratoire sembleraient être évités dans des cas où les études ont été ou peuvent être menées directement au moyen d'expositions de sujets humains. Cependant, d'autres facteurs viennent limiter la capacité de l'épidémiologie pour dépister les effets délétères sur les travailleurs exposés. Certaines des relations les plus connues entre l'exposition dans les lieux de travail et des affections précises ont été identifiées ou confirmées d'après des études épidémiologiques, en partie grâce à la rareté extrême de l'effet (par exemple, le mésothéliome chez les travailleurs exposés à l'amiante).[4] Cependant, de nombreuses autres affections liées au travail sont susceptibles d'être plus difficiles à identifier, car elles sont attribuables à plusieurs causes, dont seulement certaines peuvent être liées aux expositions professionnelles. Levy et Wegman (1983: 34-35) soutiennent que la relation entre le travail et les troubles respiratoires, auditifs, coronariens, hépatiques et neuropsychiatriques peut passer inaperçue au moment d'établir le diagnostic clinique parce que les effets ne sont pas clairement attribuables aux agents présents sur le lieu de travail et parce que les médecins ont souvent du mal à obtenir tous les antécédents liés au travail.

Contrairement aux situations minutieusement contrôlées en laboratoire, les données sur les niveaux d'exposition dans les lieux de travail sont rarement exactes ou suffisamment complètes pour qu'il soit possible d'établir des relations dose-effets. L'incapacité évidente de contrôler les expositions aux agents autres que la substance particulière dont les effets soupçonnés font l'objet de l'étude constitue un autre problème connexe, qui (nous l'espérons) ne se présente pas dans des situations expérimentales. En milieu de travail, des expositions multiples simultanées ou successives sont probablement la règle plutôt que l'exception. Ceci rend de nombreuses études visant à évaluer les effets d'une substance isolée extrêmement difficiles à mener ou limite l'utilité des résultats. (Ce problème s'applique également aux études sur les animaux, bien entendu.) Dans une certaine mesure, cet obstacle peut être franchi en concevant des études évaluant les relations entre l'affection et l'exposition à des procédés industriels précis (par exemple l'extraction du nickel) ou des groupes d'agents qui ont les mêmes usages et produisent les mêmes effets (par exemple les dissolvants). Les études de ce genre peuvent indiquer très efficacement la nécessité d'améliorer les conditions de travail, mais elles servent peu au moment d'établir des limites d'exposition numériques pour des substances particulières.[5]

L'importance de ces considérations est mise en valeur dans une enquête (Karstadt et coll., 1981) auprès d'entreprises américaines qui fabriquent, traitent ou utilisent les 75 substances que le Centre International de recherche sur le cancer (CIRC) a classées en 1979 comme des carcinogènes reconnus chez les animaux, mais non chez les êtres humains, faute de preuves épidémiologiques concluantes ou suffisantes. On a découvert qu'il existait des études épidémiologiques pour seulement 8 des 75 substances, plus 4 autres en cours. (Aucune enquête sur la qualité de ces études n'a été signalée.) Dans de nombreux cas, il ne vaudrait pratiquement pas la peine de mener ces études étant donné, par exemple, le peu de temps écoulé depuis le début de l'exposition; le petit nombre de travailleurs exposés; et les difficultés de retrouver les travailleurs (Karstadt et coll., 1981: 231-235). Compte tenu des obstacles que pose l'exécution de ces études, il est peu probable que de nombreuses autres substances chimiques puissent être étudiées au moyen de techniques épidémiologiques (id.: 240). Ces difficultés ne sont pas le propre, bien entendu, des études sur l'incidence du cancer. On retrouverait un grand nombre d'entre elles, voire leur totalité, dans n'importe quelle étude concernant certains effets, par exemple les malformations congénitales, ou des effets attribuables à des expositions prolongées. Dans le cas des malformations congénitales, par exemple, une augmentation de l'incidence, si minime soit-elle, est un indice qu'il est essentiel de détecter si l'on veut protéger la santé des travailleurs. Par conséquent, attendre d'avoir des preuves épidémiologiques se résume parfois à attendre l'inaccessible.

Une autre contrainte inhérente aux études épidémiologiques même les mieux conçues, c'est leur pouvoir statistique limité. Ce terme signifie la probabilité qu'une étude donnée pourra détecter un effet donné sur la santé (la plupart du temps, un risque accru, dans des proportions précises, de l'incidence d'une maladie particulière ou de la mortalité qui en découle). Le pouvoir statistique des études de mortalité au travail est fonction du nombre de décès prévus (qui sont à leur tour déterminés tant par la taille de l'échantillon que par la fréquence relative de la cause du décès étudié) et de l'ampleur de l'augmentation des risques que courent les populations exposées si on les compare aux populations

de contrôle. Haines et Shannon (1983) ont analysé une série d'études sur la mortalité au travail et ont conclu qu'un grand nombre d'études du TCM (taux comparatif de mortalité) ne permettaient probablement pas de déceler, parmi les sujets exposés, une augmentation de 50 pour cent de l'incidence de l'affection ou d'un cancer de l'organe prévu par rapport aux sujets non exposés. Les limites du pouvoir statistique sont également reconnues dans un nombre croissant d'études publiées. Les auteurs d'une étude (Roberts et Julian, 1983: 256) sur la mortalité de quelque 30 000 mineurs de nickel aux installations souterraines de l'Inco, à Sudbury, ont estimé que l'étude permettrait (au moins à 75 pour cent) de dépister un TCM sous-jacent de 125 attribuable au cancer du poumon, un TCM de 200 attribuable au cancer du rein, un TCM de 300 attribuable au cancer du larynx et un TCM de 500 attribuable au cancer du nez. Par conséquent, même au moyen d'un échantillon de cette taille, ils ne pouvaient être certains de déceler des écarts considérables dans les cas de cancer de formes plus rares, s'il y en avait. Le rapport d'une étude sur la mortalité attribuable au cancer du poumon menée auprès d'un groupe de travailleurs de Sarnia (Ontario) exposés à la fibre de verre (Shannon et coll., 1984) revèle qu'il y avait une probabilité de seulement 42 pour cent que l'étude dépiste un risque de décès attribuable au cancer du poumon deux fois plus élevé, à un niveau que l'on considère normalement significatif du point de vue statistique. De plus, une étude des effets négatifs sur la reproduction menée parmi les membres du Syndicat international des travailleurs des industries pétrolière, chimique et atomique (SITIPCA) exposés à des hydrocarbures halogénés (Savitz et coll., 1984) n'avait qu'une probabilité de 46 pour cent de déceler une augmentation de 50 pour cent des malformations congénitales chez les enfants des travailleurs exposés.

Ce dernier exemple démontre que, même si les limites du pouvoir statistique sont souvent mentionnées dans le cas des études sur la mortalité, elles peuvent s'appliquer tout autant à l'évaluation des études épidémiologiques dans lesquelles le décès n'est pas le résultat final. Pour des raisons statistiques, les meilleures études épidémiologiques auront quand même tendance à manquer les augmentations modérées de l'incidence des affections professionnelles chez les sujets exposés. Indépendamment des conséquences morales qu'entraîne le fait de se fier à l'épidémiologie comme source de renseignements sur les dangers sanitaires, il existe en outre certaines faiblesses inhérentes fondamentales dans ce qui semble constituer les preuves les plus fiables et les plus pertinentes de l'existence de dangers liés au travail. Ce problème va au-delà de la simple question théorique; certaines conséquences, sur le plan des politiques, qui influent sur l'établissement de normes sont discutées dans le chapitre qui suit.

3. ÉTABLISSEMENT DE NORMES:

Évaluation des preuves

Accepter l'inévitable

Les propos précédents ont mis l'accent sur l'incertitude insidieuse associée aux preuves scientifiques des effets sanitaires. Plusieurs cadres méthodologiques ont été suggérés pour répertorier la nature des incertitudes associées aux preuves scientifiques et pour y répondre sur le plan de la politique publique. Selon Grant (1982: 165-169), il faudrait distinguer trois catégories de substances à des fins juridiques. Les deux premières catégories comprennent les substances dont la toxicité a été démontrée empiriquement, par une courbe dose-effets, et celles dont la toxicité n'a pas été démontrée. La troisième catégorie comprend des substances dont la toxicité ne se démontre pas empiriquement, c'est-à-dire qu'elle ne peut être justifiée par une courbe dose-effets malgré le fait qu'elle puisse infliger de graves lésions. La toxicité est le plus souvent non démontrable dans les cas de bas niveaux d'exposition chimique pendant une longue période.

Grant utilise le pouvoir leucémigène du benzène à des niveaux inférieurs à 100-150 ppm environ pour donner un exemple d'un effet toxique non démontrable, non démontrable parce que la leucémie est une maladie latente dont l'étiologie est imprécise; parce que, même si le pouvoir leucémigène du benzène est démontré à des niveaux d'exposition plus élevés, le mécanisme biochimique est inconnu; parce qu'il n'y a pas d'expérience sur des animaux qui le confirme; et parce qu'il est impossible de mener des études épidémiologiques sur les effets leucémigènes du benzène (id., 173). Grant ne mentionne pas, à tort, le pouvoir statistique limité que ces études seraient susceptibles d'avoir, même si elles pouvaient être menées. L'auteur ne traite pas non plus de la façon dont il faudrait régler les problèmes de solidité des preuves dans des cas où des preuves épidémiologiques ne seraient pas disponibles (et fort probablement ne pourraient l'être). Il s'agit là de l'une des situations les plus cruciales et les plus fréquentes auxquelles font face

ceux qui établissent les normes. Une discussion qui met davantage en lumière les nombreux aspects de l'incertitude est offerte par McGarity (1979), lequel isole divers aspects de la ligne de conduite scientifique utilisée pour résoudre l'incertitude quant aux faits en prenant pour exemple la réglementation sur les carcinogènes. Ces aspects sont définis comme des questions qui relèvent à la fois de la science et des politiques.

La première catégorie de questions comprend des questions trans-scientifiques que Weinberg (1972: 209) désigne comme des questions qui, même si elles sont, d'un point de vue épistémologique, associées à des faits et qu'elles peuvent être formulées en langage scientifique, ne pourraient trouver leur réponse dans la science: elles vont au-delà de la science. Weinberg cite comme exemple la façon de déterminer expérimentalement la courbe dose-réponse des effets des radiations ionisantes de bas niveaux (un cas précis de la nature généralement trans-scientifique des extrapolations des effets carcinogènes à de faibles doses). Il donne aussi comme exemple des événements extrêmement improbables, comme les accidents catastrophiques d'un réacteur nucléaire. McGarity (p. 734) indique que le concept des questions trans-scientifiques est intimement lié à la question des seuils dans le cas du pouvoir carcinogène, en soulignant que ceux qui établissent les normes ne peuvent pas établir dans les faits l'existence d'un seuil où il n'existe aucun effet, ni ne pourront le faire, même en attendant des preuves plus définitives.

La deuxième catégorie de questions comprend des situations dans lesquelles il n'y a pas assez de données scientifiques, lesquelles (contrairement au cas des questions trans-scientifiques), pourraient être trouvées en consacrant, de façon réaliste, plus d'efforts ou de ressources financières à la recherche. Les décisions politiques dans de tels cas, selon McGarity (p. 737), devraient être prises en se fondant sur la rentabilité, l'élément le plus important étant l'effet qu'on pourrait constater sur la santé avant la fin d'une expérience qui offrira assez de données pour soutenir une décision définitive. Il est à noter, que dans ce contexte, dans la mesure où les coûts et les avantages d'un retard sont incertains (ce qui est presque toujours le cas) il faudrait qu'une ligne de conduite régisse la décision de prendre une décision (McGarity, 1979: 738).

Deux autres catégories de ligne de conduite scientifique comprennent les différences d'interprétation scientifique et les divergences d'opinions au sujet des conclusions à tirer à partir des données disponibles. Pour illustrer le premier genre de questions, McGarity mentionne les pathologistes qui ne s'entendent pas sur le diagnostic des lésions produites par des carcinogènes soupçonnés chez des animaux expérimentaux et les épidémiologistes qui divergent au sujet de l'interprétation des résultats équivoques d'une étude. Pour illustrer cette dernière catégorie, on déduit, à titre d'exemple, les dangers carcinogènes que courent les être humains, en se fondant sur des résultats positifs de la recherche de l'activité biologique. Ashford et coll. (1983: 312) soutiennent qu'en fait, cette dernière catégorie de questions de ligne de conduite scientifique (mésentente au sujet des conclusions) reprend uniquement les deux premières d'une autre façon. Ce commentaire ne restreint nullement l'utilité de la classification générale de McGarity.

Les problèmes d'hygiène du travail (et de l'environnement) ne permettent pas à ceux qui établissent les normes de remettre à plus tard les mesures à prendre. Dans une décision importante d'un tribunal des États-Unis (qui a retenu la validité des normes proposées par l'OSHA au sujet de l'exposition au plomb sur les lieux de travail), le juge J. Skelly Wright a déclaré que l'OSHA ne peut laisser les travailleurs souffrir pendant qu'elle attend le Godot de la certitude scientifique.[6] L'incertitude dont le juge Wright traitait dans ce cas se rapportait à la disponibilité de nouvelles techniques qui pourraient réduire les expositions des travailleurs aux niveaux requis par la norme. L'observation s'applique également aux évaluations de la solidité des preuves attestant l'existence de dangers pour la santé. Un ancien haut fonctionnaire de l'Environmental Protection Agency des États-Unis explique la situation:

> Chaque action ou omission que fait celui qui est chargé de la réglementation traduit un genre de décision. Par exemple, remettre à plus tard les mesures à prendre au sujet de certaines substances chimiques jusqu'à ce qu'il y ait de meilleurs renseignements équivaut à prendre une décision; prendre des mesures préventives dans l'intervalle est aussi une décision; retarder les mesures pour l'instant en raison des ressources limitées ou d'autres priorités est une décision.
>
> Il n'y a aucune façon d'échapper à cette difficulté. Celui qui est chargé de réglementer peut dire qu'il remet à plus tard une décision, mais ce n'est qu'une autre façon de dire qu'il a décidé de ne pas prendre de mesure pour le moment. Peu importe le chemin qu'il choisit, il court le risque de prendre la mauvaise

décision pendant que l'incertitude se répand. D'après le théorème de Bernoulli, il n'aura pas raison tout le temps. D'où le risque inévitable de se tromper (Jellinek, 1981: 43-44).

Ces observations, et la discussion du chapitre 2, portent à croire que les questions de lignes de conduite scientifiques telles que les définit McGarity constituent un élément essentiel de l'établissement des normes. Comment alors ceux qui sont chargés d'établir les normes devraient-ils résoudre les incertitudes?

Preuve normalisée:
un concept et un choix cruciaux

Une preuve normalisée est simplement une décision sur la quantité de preuves que l'on juge suffisante pour soutenir une hypothèse précise. En droit, le concept est répandu comme étant la différence entre les preuves normalisées dans des cas de droit civil (l'équilibre des probabilités; le test des plus fortes probabilités) et dans des procès de droit criminel, pour lesquels on exige que les faits soient au-delà d'un doute raisonnable.[7] Cette distinction, qui relève de la politique sociale, émane d'un ensemble de croyances inébranlables à propos de deux types d'erreurs différents considérés comme plus ou moins acceptables. Compte tenu des conséquences graves qui pourraient se répercuter éventuellement sur le prévenu et l'opprobre moral associé à la condamnation criminelle, le système judiciaire criminel fonctionne selon le principe qu'il faut se protéger des preuves faussement positives; il est considéré beaucoup plus choquant de condamner une personne innocente que de libérer un coupable. Le coût asymétriquement élevé est associé au fait de prendre des mesures en se fondant sur une preuve faussement positive (Page, 1978). Le droit tient compte du fait que l'asymétrie entre les conséquences d'actes fondés sur des preuves faussement positives et faussement négatives est (généralement) moins prononcée en droit civil, puisque les plaignants n'ont pas à fournir une preuve aussi rigoureuse.

Le test de vérification des hypothèses en science, tout comme devant les tribunaux criminels, repose sur le principe qu'il faut limiter les preuves faussement positives (c'est-à-dire, les rejets incorrects d'une hypothèse nulle) en concevant des études qui protègent contre l'influence de toutes les variables pouvant interférer avec les résultats; en demandant de reproduire les résultats de l'étude avant de convenir qu'ils attestent la validité d'une hypothèse particulière; et en appliquant des tests d'importance statistique qui rejettent les résultats dont la probabilité aléatoire (désignée la valeur p) est plus grande qu'un chiffre précis (généralement 5 pour cent, ou une valeur p 0,05, correspondant à 1 chance sur 20 d'avoir une preuve faussement positive). Il y a un rapport direct entre l'importance statistique et le pouvoir statistique: plus le chercheur exige un degré de confiance élevé, moins il est probable qu'une étude donnée décèle un risque excessif d'une certaine ampleur. Ce phénomène est très répandu dans le domaine de l'épidémiologie, comme on le mentionne au chapitre 2, mais il s'applique également au pouvoir des expériences effectuées sur les animaux (Page, 1981). Pourtant, rares sont les relations où l'on trouve les conséquences relatives des deux types d'erreurs utilisées par l'enquêteur pour déterminer qu'elle serait la probabilité maximale admissible d'accepter à tort l'hypothèse nulle (Darby, 1979: 111-112).

Il est difficile d'imaginer comment la démarche scientifique pourrait fonctionner si elle n'hésitait pas tant à accepter des résultats positifs. Les niveaux élevés d'importance statistique demandés illustrent bien le fait général que la preuve que veulent les scientifiques, en tant que scientifiques, puisse être complètement inadéquate lorsqu'elle s'applique à des questions de lignes de conduite scientifiques. Dans de telles situations (comme dans le cas des tests d'hypothèses devant les tribunaux), l'objet devrait être les conséquences relatives des deux différents types d'erreurs. Darby (1979: 116) souligne l'importance de distinguer les questions scientifiques des questions de lignes de conduite scientifiques dans ce contexte:

> L'évaluation des risques et des avantages fait partie de chaque mesure prise en vertu de lignes de conduite publiques et en se fondant sur l'interprétation des résultats d'une enquête scientifique. L'évaluation des risques et des avantages prend la forme d'un jugement déterminant s'il est relativement souhaitable d'effectuer une analyse statistique des données expérimentales qui rejette ou accepte à tort l'hypothèse nulle. L'évaluation peut être incluse implicitement (et peut-être inconsciemment), lorsque la personne chargée de prendre la décision se fie seulement aux preuves expérimentales qui sont acceptables pour la communauté scientifique.

La clause Delaney dans la Loi des aliments et drogues des États-Unis défend l'utilisation de tout additif alimentaire qui, selon les preuves, cause le cancer chez les animaux ou les êtres humains. Ceci est, en général, considéré comme rehaussant la philosophie du risque zéro

et a été critiqué (par l'industrie) pour cette raison. Cependant, l'analyse offerte ici suggère que la clause Delaney peut en fait

> (...) être un mécanisme plutôt faible qui comprend toujours une analyse des risques et des avantages. À la lumière d'une évaluation explicite des risques et des avantages dans laquelle les risques contrebalancent amplement les avantages, l'autorité décisionnelle banirait probablement une substance en se fondant sur les preuves de la carcinogénèse qui ne seraient pas assez significatives pour être acceptées par la communauté scientifique (...) (Darby, 1979: 117).

Page (1978: 237) s'est penché sur la question des conséquences relatives des deux types d'erreurs en indiquant qu'à l'extrême, l'optique selon laquelle il faut limiter les preuves faussement positives exige des preuves manifestes de décès avant de prendre des mesures. Il n'importe pas que le coût d'une preuve faussement négative puisse être beaucoup plus élevé que celui d'une preuve faussement positive ou même que la probabilité d'une preuve faussement négative puisse être considérablement plus forte que celle d'une preuve faussement positive.

Le principe selon lequel il faut limiter les preuves faussement positives peut être intégré aux normes autrement que par des analyses statistiques. Dans une discussion sur le penchant en faveur de l'approche scientifique, qui est évident dans les normes de l'American National Standards Institute concernant l'exposition aux radiations des microfréquences, Steneck (1983) souligne que les critères utilisés par l'ANSI pour déterminer quelles études seraient considérées aux fins de l'établissement de normes ont pour effet d'exclure toute étude épidémiologique des effets d'une exposition aux microfréquences. Qu'on exige une telle rigueur n'émane pas nécessairement de la science, mais du fait qu'on l'englobe dans une philosophie de la science (Steneck, 1983: 139). Il poursuit (p. 141) en expliquant davantage les conséquences de cette optique et en soutenant que le but principal de la norme de l'ANSI sur les microfréquences

> (...) est de tracer, avec autant de précision que possible et le plus haut possible, la ligne qui sépare les dangers connus de la sécurité supposée. L'hypothèse, c'est que lorsque quelqu'un se promène le long du bord d'une falaise dangereuse, la meilleure façon de ne pas tomber est de savoir exactement où le bord se trouve. En théorie, si tous les virages étaient adéquatement tracés, il n'y aurait pas de chute. (Il est difficile de ne pas souligner à cet égard que la personne pourrait également éviter de tomber en ne marchant pas si près du bord.)

Pour évaluer les preuves scientifiques aux fins de l'établissement de normes, il faut indéniablement opter pour un étalon de preuve, au moins par déduction ou par défaut. Ces choix représentent à quelle distance du bord de la falaise les personnes exposées ont le droit de s'aventurer; ils suggèrent un équilibre, soit implicite soit explicite, des risques et des avantages de l'activité ou de la substance visée. Par conséquent, lorsqu'on soutient qu'aucun produit ne devrait être banni en se fondant sur une prédiction scientifique des effets négatifs, mais seulement sur des preuves solides qu'il y a des dommages réels (cité par Page, 1978: 242), on attache implicitement une très grande valeur aux avantages qui dérivent de la vente ou de l'utilisation du produit et une valeur relativement faible au soin d'éviter de prendre des risques possibles. Les renseignements sur les risques peuvent être inconcluants pour des raisons trans-scientifiques, à cause de l'insuffisance des preuves (lesquelles pourraient être obtenues), de diverses interprétations scientifiques ou d'autres facteurs, ce qui démontre que les observations faites ici au sujet de la force des preuves s'appliquent à tout type de questions de lignes de conduite scientifiques telles que définies par McGarity.

Peu importe quelle autre mesure ils prennent, ceux qui établissent les normes doivent admettre que la valeur des preuves qui ont trait au traitement des preuves scientifiques ne peut être fixée de façon scientifique. Il est certain que les scientifiques, en tant que tels, n'ont aucune compétence spéciale pour juger de ces choix, si ce n'est qu'il peuvent expliquer la nature et l'étendue de l'incertitude en question. Pour illustrer ce fait, voici deux exemples qui peuvent être utiles.

Exemple: effets des TEV sur la reproduction

Après qu'on ait relevé plusieurs grappes de cas de grossesses anormales, apparamment associées au travail avec les TEV (Beauchamp, 1983), on s'est interrogé sur les dangers que pouvait représenter pour la reproduction le fait de travailler avec des terminaux ou des unités à écran de visualisation (TEV ou UEV). En évaluant les preuves alors disponibles au sujet des dangers pour la reproduction, le Conseil consultatif sur la santé et la sécurité au travail de l'Ontario (CCSST) a indiqué que

> puisque les preuves scientifiques existantes ne permettent pas de répondre aux questions qui entourent les dangers éventuels des TEV pour la reproduction, les grappes de cas signalés (...) ne sauraient être prises à la légère. Si, à la suite d'enquêtes plus exhaustives, on découvre qu'un risque quantifiable existe réellement pour les opératrices enceintes, l'ampleur du problème qui en découle pourrait être énorme. Par conséquent, jusqu'à ce qu'on ait résolu l'incertitude actuelle, on devrait adopter une attitude préventive (CCSST, 1983: 199).

Le CCSST a proposé de concrétiser cette attitude préventive en exigeant que l'on blinde les transformateurs de sortie horizontale des TEV pour réduire les émissions de rayonnement de radiofréquences (id.: 197); que les employeurs offrent une autre option de travail aux opératrices de TEV enceintes, sans sanction financière, et qu'ils offrent un dédommagement aux employées visées, s'il n'y a pas d'autre travail à offrir (id.: 199-200).

Le ministre du Travail a répondu de la façon suivante:

> Je ne suis pas encore sûr si les recommandations (...) sont fondées sur un résultat positif que les TEV nuisent à la santé des employées enceintes, à celle du foetus, ou aux deux. Jusqu'à ce qu'on donne une réponse définitive à cette question de seuil, il m'est difficile de me prononcer sur les diverses options de lignes de conduite auxquelles le Conseil fait référence (CCSST, 1983: 208-209).

Le président du Conseil, à son tour, a convenu qu'il n'y avait aucune preuve scientifique de danger pour la reproduction (CCSST, 1984: 162), mais il a ajouté à cette réponse une brève analyse des preuves en suggérant que, dans certaines conditions, les personnes qui travaillent dans des bureaux où l'on utilise des TEV peuvent être exposées à des champs électriques pulsés de fréquences mégamétriques d'une force dont les répercussions sur la santé humaine n'étaient pas claires (id.: 166). Il a souligné qu'il était peu coûteux, mais efficace, de blinder les transformateurs de sortie horizontale pour réduire la force du champ des radiofréquences. Le ministre a répondu que les recommandations du CCSST sur la protection et la réaffectation ne semblaient pas justifiées, vu les preuves scientifiques existantes (id.: 172-173), mais il promettait une surveillance continue des études des TEV et des utilisateurs (...) et c'est à ce point, du moins pour le moment, que la question en est.

Il ne s'agit pas ici de blâmer l'Ontario: des controverses semblables se sont présentées dans bien d'autres compétences (McCloud, 1983; Tuthill, 1985). Le débat de l'Ontario est mentionné simplement pour démontrer certains contrastes importants entre les perspectives visant l'établissement de normes qui se concentrent sur le poids ou le nombre suffisant de preuves scientifiques et celles qui mettent l'accent sur une optique préventive, ce qui est souvent l'objet de conflits dans le domaine de l'hygiène du travail.

La controverse des TEV caractérise assez bien une tendance répandue en toxicologie réglementaire. Si la collectivité scientifique ne comprend pas le mécanisme de la toxicité qui fait l'objet de réglementation, elle s'oppose farouchement à cette initiative, peu importe les faits (Rall, 1982: 391). Assenheim (1979) et Steneck (1983) discutent de cette tendance à propos des effets sanitaires du rayonnement de microfréquences. Croyant que le mécanisme de lésion comportait une augmentation de la chaleur des tissus, on a attaché peu d'importance aux rapports sur les effets observés à des niveaux d'énergie qui ne correspondaient pas aux effets thermiques mesurables. Lorsque les faits mêmes posent certains conflits, comme cela se produit dans le cas des grappes de grossesses anormales chez les opératrices de TEV, le problème devient encore plus aigu.

Cependant, le but fondamental de l'approche préventive est d'éviter d'apprendre de la manière forte que les relations redoutées entre les facteurs de l'environnement et la santé sont exactes. Il vaut la peine, dans ce contexte, de citer une observation de Bates (1979: 303):

> L'épisode classique de l'histoire de la prévention des maladies remonte à 1854 à Londres. Il s'était produit une épidémie de choléra dans le voisinage de Broad Street. John Snow, le héros de l'histoire, étudia les habitudes des victimes et découvrit que la majorité d'entre elles s'approvisionnaient en eau au puits de Broad Street. On prit vite des mesures: la pompe fut fermée et l'épidémie prit fin en peu de temps. On procéda de cette façon avant d'avoir clairement compris le lien entre la maladie et l'exposition aux bactéries *Vibrio cholerae*. On peut s'imaginer la réaction qu'auraient les gens aujourd'hui si l'on proposait de fermer la pompe avec les seules preuves dont disposait John Snow.
>
> De nombreux scientifiques souligneraient qu'on n'a

pas démontré de façon concluante le lien entre l'eau et la maladie. Ils seraient inquiets de l'insuffisance de connaissances théoriques pour expliquer comment l'eau pourrait être à l'origine de la maladie. De plus, d'autres habitudes des personnes atteintes n'avaient pas été analysées adéquatement. Il était donc impossible d'exclure d'autres causes de la maladie. Ces scientifiques auraient eu raison. D'autres auraient souligné qu'un certain nombre des membres de la collectivité qui ont bu l'eau du puits de Broad Street n'avaient pas contracté le choléra. Par conséquent, même si l'eau n'était pas bonne, il devait y avoir d'autres facteurs en cause, et si ces facteurs avaient pu être contrôlés, on ne se serait pas préoccupé de l'eau. Ces conclusions sont également exactes (...). Enfin, si la pompe avait été la propriété d'une personne qui vendait l'eau, cette dernière aurait certainement protesté contre la fermeture de son entreprise, allégant le manque de preuves de dangers.

Pour soutenir l'argument énoncé plus haut, on peut invoquer des raisons justifiant le contrôle des expositions aux substances chimiques et aux agents physiques, sur la base de preuves insuffisantes ou non concluantes du point de vue scientifique. Voilà le message que le CCSST essayait de passer. Voici pourquoi les réponses du ministre n'ont pas été pertinentes. L'insuffisance de preuves ne veut pas dire l'*absence* de preuves.

S'il se produit effectivement des anomalies de grossesse causées par les émissions de radiofréquences des TEV, il pourrait bien être possible à un moment donné de les documenter au moyen d'études épidémiologiques. Cependant, on allègue que ces effets peuvent être liés aux champs pulsés de fréquences myriamétriques (f. Mam.) émis par le transformateur de sortie horizontale, composante de tous les TEV (Marha et coll., 1983), au sujet desquels on ne dispose que de peu de renseignements scientifiques en ce qui a trait aux effets biologiques. Le cas échéant, il sera extrêmement difficile de concevoir des études épidémiologiques significatives puisque l'intensité des champs de ces fréquences varie énormément autour des TEV (les plus fortes émissions se trouvant à l'arrière, au-dessus et sur les côtés du terminal) et dépend de la distance entre l'opérateur et la machine (Marha et Charron, 1985). De plus, il est évident que les mesures préventives que prennent les fabricants d'équipement ou les employeurs—qu'il s'agisse du blindage des transformateurs de sortie horizontale réduisant les champs de fréquences myriamétriques, de transfert préventifs des travailleurs ou de modification des plans d'aménagement des bureaux—rendront (comme ils devraient le faire) les preuves épidémiologiques définitives plus difficiles à obtenir. Ce fait met en valeur la possibilité de conflits directs entre l'objectif qui est de protéger davantage les travailleurs et celui qui est d'établir une certitude scientifique en attendant le Godot de l'épidémiologie.

Exemple: existe-t-il des seuils pour les carcinogènes?

Voici une controverse plus répandue qui pose un ensemble de questions légèrement différentes: peut-on dire qu'il existe des seuils dans le cas d'au moins certains carcinogènes? Fishbein (1980) souligne qu'il est essentiel, en premier lieu, de distinguer les seuils biologiques des seuils pratiques, au-dessous desquels une réaction à un carcinogène est très peu probable.

Résoudre la question des seuils biologiques au moyen de plus amples recherches pose un problème. En effet de nombreuses hypothèses au sujet des relations dose-effets sont toutes compatibles avec les données obtenues des expériences menées sur des animaux, de toute taille économiquement réalisable. Gaylor (1979: 183, soulignement ajouté) suggère que l'étude ED_{01} démontre qu'il est *impossible* d'établir des seuils temps-dose même avec un nombre considérable d'animaux, ce qui porte à croire que, du moins pour l'instant, l'existence de seuils biologiques demeure une question trans-scientifique. D'autre part, Stokinger (1981: 286) soutient que les extrapolations linéaires sont des trucs statistiques implacables et spécieux (...) utilisés pour défendre la prise de mesures extrêmes par ceux qui se chargent de réglementer le domaine de la santé. Sa position se fonde tant sur les arguments au sujet de la nature de la cause du cancer que sur un certain nombre d'expériences sur les animaux qui déterminent les doses de substances cancérigènes qui ne produisent pas de tumeur.

Des divergences d'opinion quant à la forme de la courbe dose-effets des carcinogènes indiquent l'existence de modèles opposés de relations dose-effets à de faibles doses qui sont issus (et doivent l'être, étant donné les contraintes telles que celles déterminées dans l'étude ED_{01}) d'une chaîne de déductions plutôt que d'une observation expérimentale directe. L'argument de Stokinger prouve qu'il y a réellement confusion entre les seuils biologiques et les niveaux où l'on n'observe aucun effet et il met en valeur l'importance de distinguer les preuves négatives de l'absence de preuves à un niveau statistique plus direct que celui qui est utilisé dans le cas

de la controverse des TEV. Page (1981) souligne que, sans l'analyse du pouvoir statistique, ces résultats négatifs de la recherche de l'activité biologique sont complètement dépourvus de sens. Rall (1978), qui critique fortement l'hypothèse des seuils, indique que le problème n'est pas l'existence d'un seuil biologique, défini par le nombre de molécules d'une substance chimique qu'il faut pour produire un effet carcinogène (le fait que soulignait Stokinger), mais plutôt la difficulté de déterminer le nombre réel qu'il faut et la variabilité de ce nombre au sein de la population. Il continue (p. 165) en soulignant les conséquences de chacune des deux décisions possibles qui pourraient se révéler mauvaises:

> S'il existe réellement des seuils et si les décisions en matière de réglementation sont fondées sur le concept qu'il n'existe pas de seuil, il y aura des pertes économiques à court terme. S'il n'existe pas de seuil et que les décisions de réglementation sont fondées sur les seuils, il y aura alors moins de pertes économiques à court terme, mais nous ferons face à une augmentation des dommages de l'ADN somatique et germinatif de l'être humain et à une augmentation de l'incidence des affections néoplasiques.

Dans cette forme de comparaison des risques et des avantages, on attache beaucoup d'importance au fait d'éviter des effets délétères par rapport aux avantages de l'activité économique qui les a suscités. Les économistes pourraient très bien contester cette pondération, allégant que la rentabilité économique est l'objectif premier des lignes de conduite et soutenant qu'une analyse formelle des coûts et des avantages des normes sanitaires assure de façon plus certaine la rentabilité économique. Dans le prochain chapitre, on traitera de certains désavantages de ce point de vue. L'essentiel, dans le contexte actuel, c'est simplement que les personnes chargées d'établir les normes doivent reconnaître que, dans les secteurs qui posent des incertitudes scientifiques, les décisions au sujet de la quantité suffisante de preuves aux fins de mesures de prévention ou de protection impliquent des choix parmi les diverses conséquences, à la lumière, non pas de la science, mais de ce que McGarity appellerait la politique et que d'autres pourraient appeler valeurs, priorités ou préférences.

Définition des effets délétères

Selon l'ACGIH (1985), les TEV sont établis à des niveaux d'exposition auxquels pratiquement tous les travailleurs peuvent être fréquemment exposés, jour après jour, sans en subir les effets délétères. Mais que devrait-on considérer comme effet délétère? Le concept de Hatch (1962) selon lequel il existe une courbe lésion-incapacité nous a grandement éclairés. L'axe horizontal représentait la lésion dont l'échelle était graduée de la façon suivante: adaptation normale au moyen de mécanismes de compensation, puis, dégradation et défaillance. L'axe vertical indiquait les répercussions de la lésion du point de vue médical en partant de l'état de bonne santé passant par l'altération de la fonction et aboutissant à la maladie et à la mort.

Le recours à une telle courbe pour établir les normes nécessite, de toute évidence, une bonne dose de discernement, comme c'est le cas des observations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 1975: 10) pour déterminer que différents critères d'altération de la santé peuvent être utilisés, y compris des changements dans les paramètres biologiques et morphologiques; des changements de l'état physique et de la fonction des grands systèmes; des changements de l'état de santé (par exemple somnolence, irritation) devant être évalués à la lumière des antécédents médicaux; et des changements intégratifs que peuvent produire les effets sur plusieurs grands systèmes. Les auteurs de l'OMS ont soutenu qu'un *effet d'importance statistique comme tel diffère d'une altération de la santé*; il faudrait, par conséquent, distinguer les effets comme tels et les effets délétères, c'est-à-dire les effets inacceptables. Les effets considérés inacceptables sont questions d'interprétation et enfin, de choix (soulignement dans l'original). Il est évident ici que la science n'est, au mieux, qu'un élément servant à définir la santé. Le rapport de l'OMS faisait la différence entre les effets généralement reconnus comme étant délétères (par exemple un niveau d'acide aminolaévulinique de 20 mg/litre dans l'urine, indiquant une absorption excessive de plomb), les effets qui peuvent être considérés comme étant délétères, comme des diminutions infracliniques de la vitesse de conduction nerveuse chez les travailleurs exposés au plomb, et les effets pouvant être reliés à l'exposition et à l'altération de la santé *mais sur lesquels on ne s'entend pas* (soulignement ajouté). L'entente est, bien entendu (comme la preuve normalisée adoptée au sujet de la deuxième catégorie d'effets dont on a parlé), un résultat social, et non scientifique.

Exemple: byssinose

Voici un cas frappant où l'on essaie de définir les répercussions physiologiques de la byssinose. Cette

affection a été associée à l'exposition à la poussière de coton depuis plus d'un siècle en Europe (Corn, 1981: 335-343). Pourtant aux États-Unis on a mis du temps à la reconnaître comme une affection liée précisément au travail, du moins en partie, parce qu'en Amérique du Sud, la byssinose existait dans une industrie et à l'intérieur d'un cadre social qui a aidé à retarder l'acceptation de la byssinose en tant qu'affection indésirable, quoique contrôlable (id., p. 351). À la fin des années 60, des porte-paroles de l'industrie du textile décrivaient encore la byssinose comme un complexe de syndromes plutôt qu'une affection au sens large et donnaient peu d'importance aux termes en disant que c'était une chose inventée par des médecins corrompus qui avaient assisté, l'année précédente, aux réunions du BIT en Afrique où des races inférieures sont destinées à contracter de nouvelles maladies que des peuples supérieurs ont vaincues bien des années auparavant (cité par Corn, 1981: 345). Cela se passe de commentaire.

Exemple: normes d'hygiène concernant les expositions au plomb au travail

Les soins que l'on prodigue aux travailleurs qui ont été exposés au plomb démontrent l'importance tant du choix de preuves normalisées que de la définition des effets délétères. Le SAE de 0,15 mg/m^3 d'air, qui est établi depuis longtemps, a été initialement fondé sur l'hypothèse qu'il pouvait prévenir de graves cas d'empoisonnement au plomb identifiable en laboratoire (Russell et coll., 1933). Smyth (1956) a indiqué que la norme ne préviendrait pas certains cas moins graves. Cette norme a été par la suite justifiée par le fait qu'elle était adéquate pour maintenir la teneur en plomb dans le sang au-dessous de 80 ug/100 ml, niveau au-dessous duquel on croyait qu'il n'y avait pas de dangers pour la santé (Kehoe, 1961). Cette hypothèse reste répandue (et le SEA demeure à 0,15 mg/m^3) malgré l'accumulation de preuves attestant les modifications de la vitesse de conduction nerveuse périphérique et de plaintes d'engourdissements des bras, chez les travailleurs présentant des niveaux de plomb au-dessous de 70 ug/100 ml (Seppalainen et coll., 1975, 1979); les baisses du nombre et de la mobilité des spermatozoïdes chez les travailleurs présentant une teneur moyenne en plomb de 41 ug/100 ml (Lancranjan et coll., 1975); des détériorations subtiles de la fonction du système nerveux central chez les travailleurs dont le sang renferme un peu plus de 30 ug/100 ml de plomb (Mantere et coll., 1984); et des inhibitions de l'activité enzymatique se produisant à des teneurs sanguines aussi basses que de 8 à 10 ug/100 ml (Hernberg et coll., 1970; Roels et coll., 1976).

Après de longues consultations, la province de l'Ontario a adopté la norme de 0,15 mg/m^3 pour le plomb dans l'air. D'autres dispositions nécessitent le retrait des travailleurs exposés au plomb lorsque la teneur sanguine (telle que mesurée par des programmes de surveillance médicale requis par les règlements) atteint 70 ug/100 ml de plomb (ou lorsque se présentent des symptômes d'empoisonnement au plomb). Les travailleurs peuvent de nouveau être exposés au plomb lorsque la teneur en plomb dans leur sang descend au-dessous de 50 ug/100 ml. Les femmes en âge de procréer doivent être retirées de toute exposition au plomb lorsque la teneur sanguine en plomb dépasse 40 ug/100 ml, en raison des effets foeto-toxiques possibles du plomb.[8,9]

L'évaluation des effets sanitaires sur laquelle le règlement de l'Ontario est fondé (O'Heany, 1981) indique que l'inhibiton de l'ADAL est généralement considérée comme n'ayant pas de conséquences sur la santé, et attache généralement peu d'importance aux effets du plomb sur la synthèse de l'hème à moins qu'ils soient associés à l'anémie clinique (p. H-5). (Si l'on se fie à l'édition de 1984 du document sur les TEV, l'ACGIH n'est pas convaincue que les changements biochimiques observés à la suite d'une absorption de plomb à un bas niveau soient incompatibles avec la santé.) L'évaluation de l'Ontario concède que la teneur sanguine en plomb au-dessus de 50 ug/100 ml peut modifier la vitesse de conduction nerveuse et indique qu'il faudrait étudier la réversibilité de l'action (p. H-7). Les résultats de Lancranjan et de ses collaborateurs sont considérés comme étant peu concluants et de plus amples recherches devraient être menées. De plus, aucune preuve précise n'est citée à l'appui de l'hypothèse selon laquelle une teneur sanguine inférieure à 40 ug/100 ml de plomb est sûre pour ce qui est de protéger les femmes en âge de procréer contre les dangers pour la reproduction. Par conséquent, les effets délétères continuent d'être définis en termes de symptômes, plutôt qu'en termes de signes infracliniques ou physiologiques. Par ailleurs, les incertitudes sont résolues de façon à entraîner une définition plus précise des limites plutôt qu'une optique préventive explicite.

4. ÉTABLISSEMENT DE NORMES:

Problèmes que pose la nature de l'entreprise

Introduction

Le chapitre précédent soutient la thèse suivante: Si on applique, pour établir les normes, les critères utilisés par les scientifiques pour évaluer si les données disponibles sont suffisamment probantes, on risque, dans bien des cas, d'adopter une attitude moins prudente que celle qui serait adoptée si on mettait mieux en évidence les incertitudes concernant les données scientifiques et les risques encourus si on se fie à des conclusions faussement positives et faussement négatives (la surréglementation et la sous-réglementation, autrement dit). Il se peut, en fait, que dans le domaine de l'établissement des normes, l'application irréfléchie de ces critères soit la règle plutôt que l'exception.

Dans d'autres situations, cependant, des normes ont été établies en se fondant davantage sur les lignes de conduite. Trois de ces optiques (l'hypothèse de l'acceptabilité découlant des niveaux de risques existants; l'utilisation de l'analyse coûts/avantages ou coûts/risques/avantages; et la détermination de normes fondées sur la capacité ou la faisabilité technologique) sont brièvement analysées dans ce chapitre. Il ne s'agit pas de décrire exhaustivement ou de critiquer l'une ou l'autre de ces optiques, mais plutôt de souligner l'importance et l'inéluctabilité des questions normatives qu'elles soulèvent et, dans le dernier cas, de proposer que les normes ne doivent pas nécessairement, et peut-être ne devraient pas toujours, prendre la forme de limites d'exposition exprimées en chiffres ou de quantités maximales d'absorption.

L'hypothèse de l'acceptabilité des risques numériques

Starr (1969, 1972) a probablement été le premier analyste contemporain à parler de l'acceptabilité de risques technologiques particuliers en se fondant sur des comparaisons avec les taux de mortalité résultant d'autres activités. Il reconnaît également (1969: 1232) la principale limite de cette optique: puisqu'elle est fondée sur des données historiques, elle ne sert pas à distinguer ce qui est mieux pour la société de ce qui est traditionnellement acceptable. En établissant une norme d'exposition au travail à la poussière du coton, fondée sur l'acceptabilité des taux précis d'incidence de l'affection, la British Occupational Hygiene Society (1972) a avancé qu'un taux de prédominance de 4 pour cent des cas de byssinose de catégorie II chez les travailleurs le plus exposés à la poussière représentait un risque acceptable. Plus récemment, la Commission internationale de protection contre les radiations (CIPR, 1977a: 19) a soutenu que dans un avenir rapproché, il existerait une méthode valide de juger l'acceptabilité du niveau de risques dûs aux radiations en milieu de travail, soit en comparant ce risque avec celui qui est accepté dans d'autres professions reconnues comme ayant des normes élevées de sécurité (...). À des fins connexes, la CIPR (1977b) a essayé de mettre au point un indice numérique des dangers listant non seulement les décès, mais également les accidents non fatals et les effets des affections liées au travail, dans le but de comparer les risques de travail dans des professions exposées aux rayonnements avec ceux d'autres professions.

Ce qu'il faut, selon la CIPR, c'est un indice quantitatif qui corresponde à une opinion informée raisonnable. La CIPR propose de faire des heures non travaillées pour cause de maladie ou accident le dénominateur commun d'après lequel il faudrait calculer un tel indice. On précise cependant qu'il faudrait appliquer un facteur de pondération appréciable pour réduire l'importance des heures perdues pendant des périodes non travaillées à la suite d'accidents pour faire le contrepoids des heures perdues en raison de décès. L'apport supplémentaire attribuable aux affections industrielles serait alors généralement compensé en augmentant la valeur de l'indice par un pourcentage minime de 5 pour cent par exemple (id.: 21-22). L'hypothèse selon laquelle une affection industrielle contribue très peu au risque global du travail, sauf dans quelques industries précises où l'incidence d'affections est élevée, comme l'industrie de l'exploitation minière, ne tient pas compte du fait pourtant bien connu de la plupart des chercheurs du domaine que la liste des affections attribuables à des causes professionnelles est difficile à définir avec précision (id.: 10).

Le principe qu'invoque la CIPR pour accepter les risques calculés d'exposition professionnelle en les comparant avec les risques existants semble avoir été, jusqu'à un certain point, accepté en Ontario. La norme provinciale concernant le chlorure de vinyle a été fixée à 2 ppm (40 heures d'exposition moyenne pondérée sur le temps) d'après une comparaison entre une estimation quantitative des risques établie selon l'exposition correspondant à un niveau où l'on n'observe aucun effet dans des expériences effectuées sur les animaux et l'estimation numérique de la CIPR correspondant à un risque de mortalité acceptable de 50 décès par an pour 100 000 travailleurs

(McGrath, 1981: G41-G42; CCSST, 1983: 20-32). Ces données de la CIPR reposent sur les taux de mortalité enregistrés chez les travailleurs qui occupent des postes relativement sûrs. Si l'on prend pour acquis que la vie professionnelle est d'une durée de 30 ans, le risque acceptable de décès liés au travail correspondrait à 1 500 pour 100 000 travailleurs, soit 1 sur 67; les chiffres présentés de cette façon semblent beaucoup moins rassurants.

Exemple: les risques de l'exposition à l'amiante

Plus récemment, la Commission royale d'enquête sur les questions de santé et de sécurité découlant de l'emploi de l'amiante en Ontario (1984), adoptant l'optique de la CIPR, a évalué la pertinence des normes d'exposition à l'amiante au moyen d'une comparaison des estimations quantitatives des risques de cancer établies non d'après les expériences effectuées chez les animaux, mais bien d'après les résultats d'un certain nombre d'études épidémiologiques auprès des travailleurs exposés à l'amiante et les taux de mortalité actuels attribuables aux accidents. La Commission a proposé une norme d'exposition moyenne pondérée sur le temps de 1 fibre/cc pour la chrysotile. Elle justifie ce chiffre en se fondant sur le fait que l'exposition à ce niveau produit un taux calculé excessif de mortalité due au cancer chez les mineurs et les travailleurs employés au travail de la chrysotile. Cette norme est bel et bien dans les limites des risques d'hygiène au travail que la société juge acceptables, comme l'indiquent les taux de mortalité attribuable aux accidents (id.: 429-430, 432). D'après les estimations des risques que courent les fileurs et les tisseurs d'amiante et ceux qui sont exposés à la crocidolite et à l'amosite, la Commission a recommandé des mesures de contrôle de l'exposition beaucoup plus rigoureuses que celles qui sont présentement en vigueur.

Comme on dispose d'une documentation si riche et si précise sur les risques d'exposition à l'amiante, cette optique mérite d'être analysée à deux niveaux: le traitement de l'incertitude scientifique par la Commission et les conséquences de la notion d'acceptabilité. Les conclusions de la Commission au sujet des risques comparatifs associés à diverses expositions à l'amiante ne semblent pas tenir compte des limites de l'épidémiologie. Par conséquent, même en admettant que la grande lacune de l'épidémiologie de l'amiante, même avec de gros échantillons, c'est qu'elle n'est probablement pas un instrument assez précis pour déceler les risques excessifs directement ou sans extrapolation aux plus faibles niveaux d'exposition qui prévalent actuellement (...) à moins que l'effet ne soit considérable (id.: 152), la Commission peut cependant tirer des conclusions dans ses discussions sur les dangers relatifs de la chrysotile et d'autres fibres de l'amiante en avançant qu'il y a certains procédés dans lesquels la chrysotile semble avoir été utilisée sans trop de risques pour la santé (id.: 260). Elle ne semble pas avoir systématiquement évalué le pouvoir statistique des études qu'elle cite comme ne démontrant pas l'existence de risques excessifs pour la santé. Cela constitue une omission importante, puisque c'est sur des preuves épidémiologiques de ce genre, malgré les expériences effectuées sur les animaux qui démontrent le contraire (id.), que la Commission se fonde pour accepter l'hypothèse selon laquelle certains genres d'amiante (plus précisément la chrysotile) sont moins dangereux que d'autres.[10]

Les efforts déployés par la Commission pour concilier ces résultats contradictoires (id.: 261-274), en analysant les différences de la dimension des fibres, représentent une préoccupation légitime pour expliquer le fait que les estimations quantitatives des risques pour une exposition donnée tendent à varier par ordres de grandeur selon l'étude épidémiologique sur lesquelles elles sont fondées (id.: 397-413). Cependant, vu la complexité et l'incertitude du processus par lequel on dérive ces estimations quantitatives des risques, l'exercice préconise de tracer la ligne de démarcation entre les expositions dangereuses et sûres, mais d'une façon très détaillée et exhaustive. Il a fallu convertir la quantité de particules (la base sur laquelle on recueillait auparavant des données sur les échantillons d'air) en quantité de fibres pour pouvoir comparer les niveaux d'exposition cités dans les différentes études; ce procédé est grandement incertain (id.: 487-491) et peut faire varier du simple au double les estimations de risques pour un niveau d'exposition donné (id.: 405). La plupart des estimations des risques de mortalité ont basé le calcul de l'acceptabilité sur des faits extrapolés d'une simple étude d'exposition à un genre particulier d'amiante ou de procédé industriel; comme la Commission l'a elle-même observé, toutes ces estimations sont fonction de la grande incertitude qui se rapporte aux études épidémiologiques sous-jacentes (id.: 413). Pourtant ces incertitudes semblent être mises de côté dans le genre d'affirmation suivante: les quelque 1 200 travailleurs ontariens de la fabrication maintenant exposés à l'amiante pourraient travailler pendant 10 ans et il n'y aurait qu'une possibilité sur quatre qu'il se produise un seul décès prématuré parmi ce groupe exposé à 1 fibre/cc (id.: 430).

Ces problèmes sont semblables à ceux qu'on associe aux estimations quantitatives des risques dans d'autres contextes, bien qu'ils puissent en général apparaître beaucoup plus grands puisque peu de risques professionnels ont été étudiés aussi exhaustivement que l'amiante. Ce qui importe davantage, c'est qu'on soutient la légitimité de conclure l'acceptabilité d'un risque professionnel particulier en le comparant à d'autres risques. À cet égard, la Commission a donné l'argument suivant:

> L'acceptabilité d'un risque dépend d'un jugement de valeur sociale que portent les parties visées ou la loi ou la société dans son ensemble. (...) Par conséquent, même si le risque d'accidents fatals dans l'exploitation minière est considérable, ce risque s'est révélé acceptable, puisque l'industrie minière continue d'être exploitée; elle n'a pas été abolie ni par le gouvernement ni par ses travailleurs en raison des risques auxquels les mineurs doivent faire face. Il est certain que l'acceptation de ce risque dépend (...) des efforts soutenus pour réduire ce risque (id.: 424-425).

Elle a ajouté que la détermination des niveaux de risque acceptables doit dépendre non seulement des comparaisons numériques, mais aussi de la possibilité que le risque soit connu et compris par les travailleurs, des effets des autres niveaux d'exposition, des techniques de contrôle de cette exposition et le coût de ces méthodes de contrôle (id.: 426).

Ces dernières considérations ont mené aux comparaisons directes des risques pour la santé et des avantages économiques. Cette optique est généralement celle qui est adoptée lorsqu'on établit les normes en se fondant sur une comparaison coût/avantage, et (jusqu'à un certain point) sur la faisabilité. Le principe général de déduire l'acceptabilité des risques en se basant sur l'état actuel des choses soulève de graves questions. La question qui vient tout de suite à l'esprit est le point d'éthique suivant: Pour qui les risques devraient-ils être acceptables? Pour les personnes exposées ou pour la société en général? Peut-on sérieusement soutenir que, par exemple, les taux de mortalité actuels dans l'industrie minière sont acceptables pour les mineurs parce qu'ils n'ont pas refusé de travailler dans cette industrie? C'est une question qui peut difficilement être défendue et la Commission royale d'enquête sur l'amiante reconnaît la faiblesse de cette déduction précise, mais non, soulignons-le, le principe général sur lequel elle est fondée, en utilisant les taux de mortalité de l'industrie de la fabrication plutôt que ceux de l'industrie primaire pour arrêter son jugement sur l'acceptabilité. Cependant, puisque la distribution de la richesse dans des économies comme celle du Canada implique que la plupart des personnes doivent travailler pour gagner leur vie, nombre de travailleurs qui prennent des emplois qui comportent des risques ont peu de choix réels en la matière (MacCarthy, 1981: 778-781). De façon plus générale, il reste à déterminer comment les conditions de ces compromis entre la santé et la qualité de la vie devraient être arrêtées. Le cas échéant, dans quelles conditions la société peut-elle légitimement accepter des risques excessifs, qu'il s'agisse d'accidents ou de décès causés par le cancer du poumon ou le mésothéliome, au nom d'un petit sous-ensemble de ses membres tels que les travailleurs exposés à l'amiante?

Cette question mène directement à la discussion du cadre dans lequel s'effectue l'établissement de normes, sujet abordé au chapitre 5 de ce document. Avant de laisser le sujet des déductions de l'acceptabilité, il faut souligner une optique radicalement égalitaire à cette question, qui est totalement différente de celle de la Commission royale d'enquête sur l'amiante. Schneiderman (1982) cite des données britanniques qui ont démontré que la probabilité de mourir avant 65 ans pour les enseignants masculins est de 16 pour cent, alors que la probabilité comparable pour les travailleurs du charbon est de 36 pour cent et pour les travailleurs exposés à la béta-naphtylamine, de 85 pour cent. D'après Schneiderman, il y a lieu d'essayer de fixer comme norme dans le cas de tous les travailleurs masculins le niveau de survie des enseignants. Cela peut être un peu difficile à atteindre et, par conséquent, si la norme pour les enseignants est trop élevée, il faudrait viser à voir à ce que les travailleurs industriels aient des taux de survie aussi bons que ceux des gestionnaires, des fonctionnaires et ainsi de suite.

Cette optique d'établissement de normes traduit clairement la préoccupation d'équité en matière d'exposition aux dangers. On pourrait soutenir qu'elle ne tient pas compte des effets sur la longévité du revenu et des facteurs de classe qui ne sont pas liés à l'exposition à des agents dangereux sur les lieux de travail. Cependant, elle met en lumière le manque de préoccupation concernant l'équité qui donne lieu à l'acceptation d'un risque à partir des déductions des taux d'accidents existants. Ces déductions sont centrées sur les risques d'un sous-groupe de travailleurs choisis (quel est le risque d'accident des professeurs d'université?) et ne tiennent pas compte du but de la politique d'hygiène et de sécurité au travail, soit de minimiser ou d'éliminer

tous les dangers liés au travail, exposition aux dangers qui, selon les chiffres cités par Schneiderman, sont loin d'être uniformes.

L'analyse des coûts et des avantages ou des coûts, des risques et des avantages

L'application d'une analyse formelle de coûts et d'avantages aux normes d'hygiène au travail a été pratiquée beaucoup plus dynamiquement aux États-Unis qu'au Canada. Ce fait est imputable aux efforts qu'a déployés au cours des années 70 la direction exécutive pour réformer les règlements en demandant une analyse des répercussions économiques (McCaffrey, 1982) conformément à l'exigence formelle de l'administration Reagan concernant une analyse des coûts et des avantages des nouveaux règlements (Whittington et Grubb, 1984). On peut aussi expliquer ceci par le fait que la Cour suprême des États-Unis, en 1981, ait rejeté les allégations de l'industrie voulant que la norme proposée par l'OSHA en matière de poussière de coton n'ait aucune validité parce qu'aucune analyse coûts/avantages n'avait été faite. La cour a soutenu que la loi en vertu de laquelle la norme avait été promulguée attachait une plus grande priorité à la santé des travailleurs qu'aux considérations économiques, comme cela aurait été le cas d'après une analyse des coûts/avantages (Corn, 1981: 351). Au Canada, le gouvernement fédéral a, pendant plusieurs années, exigé la préparation d'analyses de répercussions socio-économiques des principaux nouveaux règlements en matière d'hygiène, de sécurité ou d'équité. L'analyse coûts/avantages est la méthode de prédilection pour évaluer les effets de l'affectation de ressources de ces initiatives; cependant, s'il existe des problèmes politiques ou analytiques (par exemple, attribuer une valeur à la perte de la vie ou à la douleur et à la souffrance qui accompagnent une lésion grave), l'analyse coûts/avantages de cette initiative n'est pas nécessaire (Conseil du Trésor, 1979).

La position du Conseil du Trésor sur cette question est louable, pour diverses raisons. Une approche formelle coûts/avantages ou coûts/risques/avantages demande, en premier lieu, des estimations quantitatives précises et raisonnables des risques et des estimations fiables des répercussions économiques de la réduction de l'exposition. Le premier cas, en particulier, ne se produit pas très souvent; lorsqu'on évalue les normes (juridiques ou autres) en se fondant sur une analyse coûts/avantages, les effets qui en découlent peuvent empêcher l'adoption d'une optique préventive explicite. Par contre, les résultats d'une analyse coûts/avantages peuvent en fait être déterminés par la façon dont sont résolues les incertitudes au sujet des effets sur la santé. Comme on l'indique au chapitre 3, ce procédé même prend la forme de décisions en matière de politique (par exemple, le choix d'une preuve normalisée), pourtant les principes moraux qui entrent en jeu à ce stade du processus d'établissement de normes peuvent être camouflés par la neutralité superficielle des calculs des coûts et des avantages. Il peut en être de même du traitement de la capacité technologique, aux fins d'évaluation des répercussions économiques d'une norme. Les firmes ou les industries qui sont vraisemblablement susceptibles de s'opposer au moins à certains durcissements des normes, sont également la principale source de renseignements sur les coûts associés au respect des normes. Elles peuvent surestimer ou exagérer les répercussions économiques des règlements d'hygiène et de sécurité.[11] À ce propos, Ashford (1979: 67) indique que les coûts associés au respect des normes d'après les capacités technologiques actuelles ne tiennent pas compte du rôle important des innovations technologiques, qui peuvent être encouragées par les règlements eux-mêmes (Ashford et coll., 1983).

L'analyse coûts/avantages suppose également qu'il est légitime d'attribuer des valeurs monétaires à la protection de la vie et de la santé, la plupart du temps, et surtout dans le contexte de l'hygiène au travail, en se fondant sur la somme que les travailleurs sont prêts à payer pour améliorer la protection de l'hygiène (Viscusi, 1982), laquelle se mesure par les différences salariales observées entre des professions plus ou moins dangereuses. Cette optique se prête à au moins deux critiques. D'abord, comme dans le cas des déductions de l'acceptabilité des risques fondées sur les taux de mortalité ou de lésions existants, la relation d'emploi est considérée comme étant volontaire pour les raisons suivantes (qui souvent ne sont pas mentionnées):

> Un travailleur (...) peut se chercher un emploi ne présentant pas de danger pour sa santé s'il n'est pas prêt à accepter la prime salariale que l'employeur est disposé à lui verser. Le travailleur bien informé est prêt à vendre sa santé au prix précis (ou à la prime salariale) auquel l'employeur désire l'acheter. Les travailleurs sont des travailleurs et non des membres du conseil d'administration parce qu'ils préfèrent risquer leur santé plutôt que de risquer leur capital.

En affirmant cette proposition, on déclare qu'elle n'est pas plausible. La prime salariale qu'un employeur

offre pour un travail dangereux, *s'il existe une prime de ce genre*, n'est pas toujours déterminée par des parties libres dans un marché ouvert. Dans le cas de nombreuses professions peu spécialisées, elle est fixée selon le taux de chômage et le niveau de désespoir des travailleurs (...). Le travailleur peu spécialisé choisit un emploi comportant des risques élevés de la même manière qu'une victime de vol choisit de se défaire de son argent: dans les deux cas, de deux maux, il choisit le moindre (McGarity, 1983: 171-172, notes de renvoi omises, soulignement ajouté).

De plus, le procédé d'attribuer des valeurs monétaires à la vie et à la santé aux fins de politiques publiques

> (...) va beaucoup plus loin que simplement mettre la vie sur le marché, il force à mettre *toutes* les vies sur le marché; en effet, transformant la vie en valeur monnayable que la société a le libre droit de percevoir, tout comme les impôts, afin de compenser ses dettes technologiques (Bogen, 1980: 56).

Les défenseurs de l'analyse coûts/avantages peuvent souligner que la société attache des valeurs à la vie et à la santé en tout temps, au moins implicitement, en fonction de l'affectation des ressources à divers programmes de secourisme (Calabresi et Bobbitt, 1978). Ces affectations peuvent représenter de façon claire la gamme de valeurs que l'on peut attacher à la vie selon les contextes (Graham et Vaupel, 1981). (Il va sans dire que l'exactitude de ces estimations déduites dépend grandement de la capacité d'attribuer une valeur quantitative aux réductions des risques.) Cet argument ne fait pas état du fait que l'analyse coûts/avantages représente seulement l'une des nombreuses réponses aux questions suivantes: Comment ces affectations de ressources devraient-elles être déterminées et comment les coûts devraient-ils être répartis? Les travailleurs (plutôt que les actionnaires ou les consommateurs) devraient-ils être prêts à mettre le prix pour améliorer leur sécurité? Le critère d'efficience à la base de l'analyse coûts/avantages est indifférent aux questions de distribution ou d'équité; en d'autres termes, la création de toute forme de coût, comme l'affection d'un travailleur, peut être justifiée, au moins en principe, par la création d'un avantage économique qui fait le contrepoids ailleurs dans la société, une fois la valeur attribuée à l'affection. Cependant, surtout dans le cas des risques d'hygiène au travail, les bénéficiaires et les victimes peuvent se trouver dans différents clans. Ce fait à lui seul signifie qu'une optique coûts/avantages pour établir des normes n'est certainement pas une optique neutre en termes de répartition.

Si l'on veut être cynique, on peut dire que l'analyse coûts/avantages n'est qu'une affirmation formelle de l'ensemble de priorités que fixe normalement l'industrie sur une base informelle au moment de prendre des décisions. Vogel (1983: 97) explique pourquoi l'industrie appuie l'analyse des avantages et des coûts des règlements sociaux aux États-Unis: l'utilisation de l'analyse coûts/avantages compense le fait que l'industrie américaine est incapable de mieux faire comprendre ses intérêts au gouvernement. Lorsqu'on n'effectue pas d'analyse coûts/avantages explicite, ceux qui établissent les normes pèsent toutefois les réductions des risques pour la santé en fonction des coûts associés au respect des normes à établir. Dans le cas de la norme ontarienne régissant le plomb, même si on a prouvé clairement que les effets biologiques apparaissent au-dessous du niveau de 0,70 ug/100 ml où les médecins recommandent de retirer le travailleur, le CCSST (1982: 33) a indiqué ce qui suit:

> Puisqu'on n'est pas certain (a) des effets qui pourraient se produire sur la santé lorsque la teneur sanguine en plomb est inférieure à 0,70 mg/L ni (b) de la relation exacte qui existe entre le plomb dans l'air et la teneur en plomb dans le sang, il semble clair qu'il doit y avoir des incertitudes également au sujet du niveau de plomb dans l'air de 0,15 mg/m^3 dans le cas du plomb inorganique précisé dans le règlement (désignant le plomb aux termes de la loi de l'Ontario).
>
> Nul doute, en prenant la décision d'établir une norme à un niveau particulier, on doit faire face aux coûts de la méthode de contrôle. Dans les documents de base fournis au Conseil, le ministère conclut que le retrait du travailleur dont la teneur sanguine en plomb est de 0,70 mg/L n'entraînera pas de nouveaux coûts importants pour l'industrie. Il reste une question clé qui est encore sans réponse cependant. Pourrait-on atteindre un niveau plus bas sans engager des coûts économiques additionnels importants?

Cette observation mène logiquement à la question suivante: Est-ce que le fait d'éviter des frais additionnels à l'industrie doit être une considération politique entrant en ligne de compte dans l'établissement de normes, dans des cas comme celui du plomb; et jusqu'à quel point?

Technologie, exigence technologique et faisabilité

On soutient souvent que les normes d'exposition devraient attacher une valeur plus élevée à la santé des travailleurs que celle que représente l'équilibre des coûts/avantages en exigeant que les expositions soient contrôlées au niveau de la faisabilité technologique le plus strict ou en utilisant les meilleures techniques de contrôle ou encore celles qui se prêtent le mieux. Il y a, en fait, un certain nombre de bases distinctes sur lesquelles les normes techniques peuvent être établies. Aux États-Unis, où la détermination de la faisabilité aux fins des normes de l'OSHA a été l'objet de litiges considérables, quatre interprétations distinctes du concept sont ressorties. Certaines d'entre elles appuient une approche beaucoup plus dynamique pour établir des limites d'exposition admissibles (Latin, 1983: 590-598). Le coeur du litige, sur lequel les tribunaux des États-Unis ne se sont pas du tout entendus, est la mesure dans laquelle les normes peuvent être établies à des niveaux auxquels l'observation ne sera possible que si la technologie actuelle est améliorée dans le cas d'un processus industriel précis: la question de l'exigence technologique.

Deux points doivent être soulignés dans ce contexte. D'abord, si l'objectif des normes d'hygiène et de sécurité au travail est d'améliorer l'état de la protection des travailleurs, ces normes doivent conduire à une modification des priorités dans la répartition des ressources pour les industries et les firmes (pour la recherche, les modifications de procédés, etc.), et la façon dont est organisée la production, dans des cas où les niveaux existants de protection ne sont pas satisfaisants. Par conséquent, *on renonce à une fonction importante des normes lorsqu'on n'opte pas pour l'exigence technologique*. Lorsque la meilleure technologie disponible n'est pas assez bonne, pourquoi s'en contenter? Ashford (1979: 70) soutient que les règlements d'hygiène et de sécurité visent à changer la nature de la production industrielle pour tenir davantage compte de l'hygiène et de la sécurité lorsque, dans l'immédiat, il n'y a aucun avantage économique apparent qui puisse inciter l'industrie à le faire. Ceci ne veut pas dire que les coûts improductifs sont l'unique raison pour laquelle la protection des travailleurs n'est pas portée à des niveaux plus élevés. Si c'était le cas, les employeurs dans certains secteurs porteraient beaucoup plus attention aux aspects d'hygiène et de sécurité qu'ils le font maintenant.[12] Cependant, les normes qui n'exigent pas l'amélioration des pratiques et des méthodes d'aujourd'hui abandonnent en grande partie la fonction de redistribution entre l'industrie réglementée et les bénéficiaires prévus du règlement tels que les travailleurs (Ashford et Heaton, 1983).

Puis voici l'autre aspect qui s'y rattache mais qui est beaucoup plus important: la faisabilité technologique et économique représente, en pratique, ni plus ni moins que deux aspects d'une même question. À ce propos, la Commission royale d'enquête sur l'amiante (1984: 423) mentionne ceci:

> Un examen minutieux de l'application des limites de contrôle qui prétendent préconiser l'installation de la meilleure technologie révélera qu'en fait, des considérations de coûts entrent souvent en ligne de compte. Il y a peu de problèmes professionnels ou environnementaux pour lesquels il est techniquement impossible de réduire davantage les expositions moyennant certains coûts (astronomiques peut-être), qu'ils prennent la forme d'inconvénients pour les travailleurs, de l'argent, ou des deux. (...) Nous pensons qu'en optant pour la meilleure technologie, nous essuirions des déceptions car nous croyons que les considérations de coûts finiraient par s'insinuer dans la mise en oeuvre d'une telle limite de contrôle.

Peut-être (si, par exemple, nous adoptions l'établissement des normes tel que le préconise Schneiderman) ces dépenses astronomiques associées au contrôle devraient en fait être obligatoires. Indépendamment de cela, règle générale, les critères technologiques d'établissement des normes (qu'il s'agisse d'exigences en matière de meilleure technologie ou d'évaluation de la faisabilité) n'évitent pas les compromis entre les coûts et la protection de la santé, bien qu'ils semblent le faire.

Les questions de ce qu'il en coûte à l'industrie se sont glissées de façon très efficace dans les exercices pour déterminer la faisabilité (économique ou technologique) faits au cours de consultations sur certaines normes ontariennes destinées à régir l'utilisation des substances. Dans le cas des gaz toxiques émis par les fours à coke, qui sont un carcinogène prouvé et reconnu, la norme provinciale d'émission a été établie à 0,15 m/m^3 d'air, ce qui représente le plus bas niveau jugé technologiquement faisable (ministère du Travail de l'Ontario, 1982: 4.14). Cette norme découle d'une décision apparamment liée aux appréhensions existantes au sujet du coût et de l'inapplicabilité des méthodes de contrôle technique pertinentes (id.: 5.3, 7.9). La norme est considérée comme un objectif à long terme qui pourrait être atteint au moyen de nouvelles batteries, en

employant la technologie la plus moderne, mais une technologie à laquelle les employeurs n'auront pas besoin de se conformer en adoptant des méthodes de contrôle technique, sauf lorsqu'elles sont raisonnables ou applicables (CCSST, 1983: 50, 52).

Dans le cas de la norme ontarienne concernant le benzène, l'opposition de l'industrie à une norme proposée de 1 ppm MPT pour l'exposition au benzène a entraîné une modification du texte du règlement. Pour ce faire, on s'est fondé sur les répercussions économiques qui restent dans les limites de ce qui est raisonnablement exigible. Les niveaux doivent tendre vers 1 ppm, mais dans tous les cas, rester inférieures au niveau maximal de 5 ppm (CCSST, 1985: 18-19, 30-32). La praticabilité est évaluée, à son tour, en fonction des améliorations, des modifications et des remplacements possibles, lorsque c'est réaliste et raisonnable pour un lieu de travail particulier. Cette évaluation se fait en fonction des critères qui comprennent les avantages pour la santé, les coûts des nouvelles méthodes de contrôle technique et la possibilité, sur le plan technique, d'atteindre des plus bas niveaux d'exposition. À ce stade, le raisonnement tourne en rond. Comment peut-on séparer le manque de technologie (qui est elle-même une fonction des recherches industrielles passées et des priorités en matière d'investissement) des considérations normatives selon lesquelles il faut déterminer la somme que les industries doivent payer pour protéger la santé des travailleurs?

Deux citations extraites de décisions de tribunaux américains sur les normes d'hygiène au travail suggèrent une option beaucoup plus dynamique que celle de l'Ontario:

> Les normes peuvent être faisables sur le plan économique même si, du point de vue des employeurs, elles constituent un fardeau financier et influent négativement sur les marges de profit. Le concept de la faisabilité économique ne garantit pas non plus que chacun des employeurs continuera de survivre. Il semblerait conforme à l'esprit de la loi d'envisager qu'un employeur qui a pris trop de retard sur le reste de l'industrie en matière de protection de l'hygiène et de la sécurité de ses employés et qui est par conséquent financièrement incapable de se conformer aux nouvelles normes aussi vite que les autres employeurs soit acculé à une situation financière impossible.[13]

> Nous ne pouvons pas demander à l'OSHA de prouver avec certitude que l'industrie sera capable de concevoir la technologie nécessaire, ni même de déterminer le simple moyen technologique par lequel elle s'attend que l'industrie satisfasse le niveau d'exposition prescrit. L'OSHA peut forcer les employeurs à avoir foi en leur propre capacité de concevoir des innovations technologiques et peut, par le fait même, transférer à l'industrie la responsabilité de choisir la meilleure stratégie pour observer les normes. Le devoir de l'OSHA est de démontrer que la technologie moderne a au moins conçu certains mécanismes ou stratégies industriels qui peuvent vraisemblablement satisfaire le niveau d'exposition prescrit et que l'industrie peut, en général, adopter.[14]

Parmi les nombreuses autres questions, le prochain chapitre du document traite de la façon dont les procédés et les cadres d'établissement de normes devraient être structurés pour faire face aux perspectives et aux priorités qui s'opposent.

5. CHOIX D'UN CADRE ACCEPTABLE AUX FINS DE L'ÉTABLISSEMENT DE NORMES

Introduction

On doit aborder l'établissement de normes à au moins deux niveaux. L'établissement de normes concrétise les conclusions qu'une société ou un établissement particulier a tirées pour répondre à certaines questions de valeurs fondamentales, par exemple l'équilibre adéquat des risques et des avantages de l'activité économique et l'équilibre adéquat des avantages économiques et de la protection de l'hygiène. Afin de choisir un cadre acceptable aux fins de l'établissement de normes, il est par conséquent nécessaire de trouver des réponses cohérentes et défendables à ces questions. Il s'agit là d'une dimension importante qui influera sur le choix du cadre.

Le deuxième niveau de questions est conceptualisé, de façon simpliste mais commode, comme celui de la méthodologie: comment les institutions ou les sociétés devraient-elles s'y prendre pour établir les normes? À ce niveau, il semble possible d'en arriver à un degré considérablement plus grand d'entente qu'en ce qui a trait au contenu des normes (ou au moins, à la reconnaissance

d'un désaccord). Par analogie, des désaccords amers au sujet du contenu et des objectifs de la politique publique peuvent exister—et en fait existent—au moment d'accepter le cadre (politiques électorales; autorité de la loi; renonciation au recours à la force; etc.) dans les limites duquel il faut résoudre certaines questions de fond.

Aux deux niveaux, une question de compétence ou d'objectivité se pose. L'établissement de normes d'hygiène au travail s'est effectué en grande partie au moyen du mécanisme de l'accord général entre les experts scientifiques ou techniques. Le comité de l'ACGIH concernant les seuils d'exposition admissibles offre le cas typique d'une institution chargée d'établir des normes qui fonctionne d'après ce mécanisme. Des tribunes du genre sont probablement moins importantes que le discours scientifique global qui sème un accord général au sujet, par exemple, des niveaux inoffensifs de plomb dans le sang.[15] Pour formuler cette proposition différemment, elles représentent l'accord général au sein de la collectivité de laquelle les participants sont tirés, plutôt que de former activement ou de faciliter le développement de cet accord général. Cependant, comme on le laisse entendre dans les trois chapitres précédents, la nature des questions est telle que la prise de décisions qui repose sur l'accord général des experts ou l'ensemble des opinions des experts, est, à la base, inadéquate pour trancher des questions que posent les normes d'exposition en milieu de travail. Selon les termes utilisés par McGinty et Atherley (1977), les experts n'ont aucune qualité spéciale qui sanctifie leur décision pour déclarer un niveau de risques acceptable et aucun d'entre eux n'a plus le droit de déclarer qu'un risque est acceptable que le Newcastle Pigeon Fanciers' Association. Une évaluation complète et digne de foi des preuves scientifiques doit être préalablement effectuée pour établir des normes. Cependant, les cadres méthodologiques pour évaluer ces preuves doivent refléter (et soutenir) les choix à faire au sujet des valeurs et des priorités qui devraient aider à trancher les questions de politique scientifique.

Choix de stratégies:
répercussions sur l'établissement de normes

Atherley (1978) souligne qu'il existe en hygiène industrielle une distinction importante entre la stratégie préconisant la sécurité des lieux de travail et l'autre, des personnes, cette dernière mettant l'accent sur l'hygiène ou des mesures correctives au niveau de chaque travailleur, plutôt qu'un contrôle de conditions du lieu de travail. Comme de nombreux autres auteurs, il souligne que les stratégies préconisant la sécurité des personnes devraient être considérées comme un dernier recours plutôt qu'un substitut aux améliorations sur les lieux mêmes du travail.

À titre d'exemple d'un conflit continu au sujet de l'importance relative qui devrait être donnée à ces stratégies de rechange, on cite la mesure (s'il y en a une dans laquelle les exigences concernant l'acquisition et l'utilisation d'équipement protecteur personnel devraient remplacer les méthodes de contrôle technique pour réduire les niveaux de contaminants ou les agents physiques comme le bruit. Cet exemple porte à croire qu'un choix de stratégies, comme d'autres décisions concernant les cadres servant à établir des normes, et les décisions qui doivent être prises à l'intérieur de ceux-ci, ne s'exerce pas de façon neutre ni scientifique. Yandle (1982: 61) critique vertement les stratégies préconisant la sécurité des lieux de travail en raison de leurs coûts élevés. Il soutient que le principe qui consiste à mettre l'accent sur la sécurité et l'hygiène du milieu de travail, signifie implicitement qu'on reconnaît au travailleur le droit à un milieu de travail sans poussière. Il omet de reconnaître, bien entendu, que les stratégies préconisant la sécurité des personnes donnent également des droits, mais aux employeurs plutôt qu'aux travailleurs.

Le choix des stratégies est tout particulièrement important en tant que décision en matière de politique fondamentale, puisque l'intérêt croît pour l'utilisation d'un ensemble de techniques dites de surveillance biomédicale (Atherley et coll., 1984). Le recours à de telles techniques et les propositions pour qu'elles soient plus généralement adoptées remontent à plus d'un demi-siècle. Selon l'étude qu'effectuait au cours des années 20 le National Safety Council sur les effets du benzène (Winslow, 1927), des tests sanguins mensuels serviraient à la fois à détecter le début d'un empoisonnement au benzène et à recommander une concentration maximale dans l'air. À la lumière des résultats de l'étude, les médecins recommandaient de retirer les travailleurs qui présentaient une baisse de la numération globulaire ou de la teneur en hémoglobine. Dès 1955, Stokinger a proposé une liste des valeurs de seuil biologique, qu'il définissait en termes de concentrations maximales admissibles dans l'urine ou dans le sang. Il a également suggéré l'utilisation de contrôles biologiques pour déceler les changements métaboliques subtiles avant l'apparition de lésions graves (p. 78). En 1985, l'ACGIH a publié sa première liste des indices d'exposition biologique (BEI), conçue pour être utilisée en plus des SAE, en indiquant que l'on se servait déjà des indices biologiques pour certaines

substances telles que le plomb. De plus, diverses techniques d'analyse génétique ont été récemment conçues à partir des changements décelés dans la structure des chromosomes et des mutagènes présents dans les liquides corporels ou des effets mutagéniques dans chacune des cellules (Service de prospective technologique, 1983: 67-85).

Dabney (1981) établit une différence entre les applications dosimétriques et les applications des tests aux fins de dépistage précoce. Cependant, un troisième usage des indicateurs biologiques, le dépistage, remonte également à la nuit des temps. Hamilton (1925: 6-13) énumère un certain nombre d'essais effectués il y a longtemps pour établir la vulnérabilité relative des différents sexes ou races à l'empoisonnement au plomb ou à d'autres affections industrielles. Un certain nombre de tests génétiques ont été conçus pour déterminer diverses caractéristiques héréditaires que l'on savait ou présumait capables d'augmenter la vulnérabilité aux diverses affections reliées au travail, y compris les cancers (Stokinger et Scheel, 1973; Service de prospective technologique, 1983: 89-105; Perera et Weinstein, 1982: 585-597).

Cependant, en tant qu'élément des stratégies basées sur la sécurité des personnes, le dépistage ne nécessite pas des tests biologiques complexes: par exemple, les femmes en âge de porter des enfants ont, dans certains cas, été exclues d'emplois où elles devaient être exposées à des toxines affectant la reproduction, par exemple le plomb, ce qui a suscité, au moins aux États-Unis, une grande controverse au sujet de ces pratiques parce qu'on se demande si elles sont éthiquement ou légalement défendables (Hricko, 1978; Williams, 1981). Cependant, on prévoit que l'intérêt pour les techniques de surveillance biologique va croître à mesure que les diverses affections indemnisables s'accroissent et que (aux États-Unis) l'indemnisation des travailleurs devient de moins en moins la solution unique, ce qui rendra les employeurs plus conscients de leur responsabilité:

> Les employeurs sont généralement peu disposés à engager, s'ils peuvent l'éviter, des travailleurs qui pourraient être éventuellement malades et leur coûter de l'argent. Des lignes de conduite concernant l'embauchage pourraient évidemment être structurées selon les résultats du contrôle biologique global avant l'emploi pour atteindre ce but (Miller, 1983: 398).
>
> La façon la plus efficace dont la direction peut maintenir un effectif en santé est d'éviter d'engager des employés qui sont vulnérables aux affections professionnelles (id.: 412).

Le présent document n'analyse pas en détail toutes les questions soulevées par la surveillance biomédicale en particulier comme, par exemple, les conséquences éventuelles sur les droits de la personne (Atherley, 1983) ou même, plus généralement, par le choix de stratégies. Plusieurs points se rapportent tout spécialement à l'établissement des normes, cependant. On défend parfois les indicateurs biologiques en alléguant qu'ils indiquent avec plus d'exactitude l'exposition réelle sur les lieux de travail au fil du temps que ne peut le faire la surveillance environnementale (Zielhuis et Notten, 1979). On allègue aussi qu'ils sont de meilleurs indicateurs des risques personnels que les mesures de l'air du lieu de travail parce qu'ils reflètent les expositions non professionnelles et les expositions autres que par voie d'inhalation (Tola et Hernberg, 1981). Cependant, les normes fixées par rapport aux indicateurs biologiques, comme d'autres genres de normes, ne dérivent pas nécessairement d'indications scientifiques valides de la sécurité ou de l'absence de risques. Ainsi, le niveau sanguin de 70 ug de plomb/100 ml auquel les médecins, en Ontario, retirent le travailleur et l'indice d'exposition plus bas de l'ACGIH de 50 ug/100 ml, sont tous deux supérieurs aux niveaux auxquels des effets physiologiques ont été démontrés. Pareillement, l'indice d'exposition pour le gaz carbonique est fixé à moins de 8 pour cent de carboxyhémoglobine (COHb) dans le sang à la fin d'une période de huit heures de travail, même si les documents de l'ACGIH elle-même (1984: 73) indiquent une altération des fonctions cardio-vasculaires à des niveaux de saturation du COHb de 3 à 5 pour cent.

Lorsque les indices biologiques sont utilisés comme substituts aux normes environnementales (par exemple, la concentration de contaminants dans l'air du lieu de travail), le degré de protection offert à de nombreux travailleurs exposés (c'est-à-dire la marge de sécurité, s'il y en a une) peut être réduit. (Il s'agit de tracer la ligne de démarcation encore une fois). Par exemple, des responsables de la réglementation ont soutenu que la protection satisfaisante des effets du plomb dans l'air a été démontrée par une teneur en plomb dans le sang inférieure aux niveaux où les médecins retirent les travailleurs, alors que les concentrations de plomb dans

l'air étaient supérieures aux limites acceptées (Deverell, 1984; Ramsay, 1984).

Perera et Weinstein (1982) ont analysé les techniques de l'épidémiologie du cancer moléculaire, y compris les méthodes de contrôle biologique destinées à déceler les niveaux de substances toxiques (surtout les carcinogènes) ou de leurs métabolites dans l'organisme, dont un certain nombre (selon eux) pourrait être appliqué à la surveillance des travailleurs. D'autres techniques comprennent l'utilisation d'indicateurs pour évaluer la dose biologique réelle (la quantité d'agent activé qui réagit avec certaines cibles cellulaires critiques) pour les carcinogènes dans les tissus de l'organisme et des indicateurs de réaction biologique prématurée, y compris les échanges de chromatides soeurs, la fragmentation des chromosomes et les anomalies des spermatozoïdes. Perera et Weinstein (p. 593) soutiennent que les indicateurs biologiques pourraient être utilisés pour déterminer les personnes précises faisant partie des groupes particulièrement exposés (par exemple les chauffeurs de fours à coke, les toituriers, les fumeurs, etc.) qui ont reçu une forte dose biologique réelle d'un certain carcinogène tel que le benzo(a)pyrène. Ces personnes peuvent courir des risques particulièrement élevés de développer un cancer et, par conséquent, elles devraient être davantage surveillées. De plus, Fabricant et Legator (1981: 624) indiquent qu'en raison du pouvoir carcinogène connu du benzène et du chlorure de vinyle, deux substances chimiques parmi tant d'autres dont les effets ont été évalués au moyen de tests cytogénétiques, on devrait considérer ces tests comme des systèmes de dépistage précoce d'altérations génétiques. De tels arguments laissent deux questions sans réponse. D'abord, jusqu'à quel point les systèmes de dépistage biologique précoce, tels que ceux-ci, pourront-ils servir de substituts économiquement satisfaisants aux améliorations véritables des conditions de travail, peut-être en prenant la forme de vastes programmes de surveillance biomédicale (voire obligatoires) et de normes fondées sur des indicateurs biologiques que les médecins suivraient pour retirer le travailleur, ou d'autres mesures de protection. Puis, il faut se demander si la surveillance, dans ce contexte, offre réellement des avantages sur le plan de la prévention des affections par rapport à celui de la détection. Le dépistage améliore-t-il le pronostic?

Le dépistage des personnes vulnérables ou hypersensibles pose d'autres problèmes. La surveillance biologique a suscité beaucoup d'intérêt au début de la décennie en raison des répercussions éthiques et légales que produisait le fait d'exclure les travailleurs d'un emploi particulier en raison d'une hypothèse génétique dans des cas où la vulnérabilité varie selon la race ou le sexe (Ashford et coll., 1984; Severo, 1980). Le trait drépanocytaire est présent chez 8 pour cent des Noirs américains (Lappé, 1983); bien que la plupart du dépistage génétique fait sur les lieux de travail (aux États-Unis) ait porté sur le trait drépanocytaire aux dires d'une enquête récente (Service de prospective technologique, 1983: 91), il est peu évident qu'il augmente la vulnérabilité aux affections industrielles (id.; Green, 1983: 257-258). La déficience du glucose-6 phosphate déshydrogénase (G-6-PD), qui peut augmenter la vulnérabilité aux effets hémolytiques de nombreuses substances chimiques industrielles, est également dominante chez les Noirs, les Philippins et les Juifs méditerranéens (Service de prospective technologique, 1983: 90). Cependant, on ne résout pas pour autant les questions que pose l'utilisation de la vulnérabilité différentielle comme base pour établir les normes même lorsque des variations (connues ou soupçonnées) de la vulnérabilité ne correspondent pas aux tendances de discrimination existantes.

Perera et Weinstein (1982: 588) indiquent en particulier que les variations de la vulnérabilité humaine ne devraient pas servir de justification pour maintenir les expositions aux carcinogènes environnementaux. Cet avertissement peut être difficile à mettre en pratique, par exemple parce que l'on dit qu'il est impossible (sur le plan économique) de se conformer à ces limites environnementales (par exemple Stokinger et Scheel, 1973: 569). Comme dans d'autres secteurs de l'établissement des normes, les principales questions que soulèvent l'utilisation des indicateurs biologiques, qu'il s'agisse de dépistage, de dépistage précoce ou de dosimétrie, relèvent de la politique. Quels taux de probabilité qu'il y ait des effets négatifs devrait-on accepter et pour quelle proportion de la main-d'oeuvre? Jusqu'où vont les obligations de l'employeur d'offrir des conditions de travail qui soient sans danger pour tous les travailleurs, non seulement pour les plus forts, les plus rapides ou les plus résistants sur le plan génétique? Lappé (1983: 801) rapporte ces propos:

> Le débat que pose l'établissement de tests génétiques porte sur la question de savoir s'il est désirable de traiter la main-d'oeuvre tout en la gardant dans l'ignorance relativement aux individus qui la compose et aux milieux de contrôle, de manière à se doter de vastes marges de sécurité ou s'il est acceptable de raffiner nos connaissances des risques que court chaque travailleur *par rapport* à des dangers précis

et d'ajuster les affectations à des postes selon les réactions de chacun à ces dangers.

D'autres problèmes surgissent, bien entendu, parce que les marges de sécurité offertes par les normes environnementales peuvent, en fait, être inexistantes et parce que le problème de nombreux travailleurs peut ne pas être des affectations à des postes, mais plutôt le choix entre l'emploi et le chômage ou l'emploi à une rémunération inférieure. Tel en a été le cas, par exemple, des femmes mises à pied ou mutées à la suite d'une exclusion ou d'un retrait à des fins de protection d'emplois qui comportaient des expositions au plomb (Hricko, 1978: 399; Williams, 1981: 641-642). Dans ce contexte, le dépistage reproduit simplement la répartition inégale des ressources au sein de la société. Les travailleurs sont confrontés aux compromis entre la santé et les moyens de gagner leur vie auxquels les cadres de direction et les actionnaires n'ont visiblement pas à faire face.

La légitimité des décisions concernant les risques

Les décisions concernant les risques telles que celles illustrées par les normes d'hygiène au travail, sont à caractère politique, car (au moins dans la mesure où elles sont mises en œuvre ou utilisées comme lignes directrices par les organismes qui ont force de loi) elles représentent des attributions de valeurs dignes de foi. Paté (1983: 114) suggère que de telles décisions présentent toutes les caractéristiques des mécanismes de réaffectation des ressources avec, de plus, la complexité additionnelle de l'incertitude au sujet des résultats ou de l'irréversibilité d'un décès éventuel. Tout simplement, elles sont des décisions de vie ou de mort prises par la société ou ses représentants, au sujet des possibilités et des conditions de vie du sous-ensemble de ses membres exposés à un danger professionnel particulier.

La démocratie est peut-être le terme dont on abuse le plus dans les discours politiques contemporains (Schaar, 1970). Pourtant peu importe la mésentente qui règne au sujet de sa définition et de son contenu, on peut certainement dire que dans une société qui se conforme à des normes démocratiques, la légitimité des décisions concernant les risques doit reposer sur le consentement, c'est-à-dire sur la mesure dans laquelle ceux qui courent les risques ont consenti à ce qu'on leur impose (MacLean, 1982). Ce consentement, dans toute société, indépendamment de la taille et de la complexité, peut, et en fait doit, souvent être indirect et comporter la prise de décisions politiques comme moyen de communiquer l'adhésion ou la résistance.

En même temps, le chapitre précédent suggère qu'on est très justifié, en se fondant sur la notion de consentement, de rejeter les normes fondées soit sur l'analyse coût/avantages, soit sur les conclusions de l'acceptabilité des risques évaluée d'après les niveaux existants. Dans les deux cas, on présente comme légitime un niveau de risques qui semble être issu de l'acceptation mutuelle ou volontaire des dangers mais qui n'est en fait qu'un reflet des répartitions (très inégales) des richessses, des compétences et des débouchés. Il ne s'agit pas, *a priori*, d'une proposition absurde, mais ceux qui l'acceptent implicitement (par exemple la Commission royale d'enquête sur l'amiante) devraient avoir à en défendre les mérites à la lumière de cette position.

Si nous refusons de déduire qu'il y a effectivement consentement ou jugement d'acceptabilité, comment devrions-nous prendre des décisions au sujet des risques? Paté (1983: 120) a proposé un ensemble de huit critères pour juger l'acceptabilité des cadres pour les décisions concernant les risques:

1) Un bon fondement juridique qui indique clairement les droits des personnes et de la société, la charge de la preuve et le traitement des effets économiques.
2) Un système d'information (risques, coûts, avantages, redistribution, etc.) qui explique de façon appropriée les incertitudes et les hypothèses.
3) Un système de communication pour que ces renseignements soient diffusés aux personnes et aux organismes visés et pour que ces derniers les comprennent entièrement.
4) Un bon critère de sélection des experts et un mécanisme de collecte des opinions des experts qui fasse état des caractéristiques du problème.
5) Un processus de révision publique par lequel les renseignements utilisés peuvent être analysés et critiqués par les intervenants, l'industrie, etc.
6) Un ensemble clair mais souple de critères en matière de décision qui représente les préférences du public selon la nature du danger, les renseignements et les répercussions économiques des règlements visés.
7) Un mécanisme approprié de résolution de conflits (conciliation, arbitrage, etc.).
8) Un mécanisme pour recueillir et utiliser les

rétroactions de façon appropriée et prévisible afin de mesurer les effets des règlements *a posteriori*, y compris ceux qui ont échappé à la première analyse de politique.

Les premier, deuxième, sixième (et peut-être quatrième) critères de Paté sont particulièrement appropriés au principal cadre d'établissement de normes. Jusqu'à un certain point, ils traitent des divers aspects du même problème. Le traitement des preuves scientifiques à des fins de politique représente un ensemble de choix implicites ou explicites quant à la façon dont il faudrait traiter les incertitudes (souvent fondées, au moins en partie, sur les conséquences perçues de la surréglementation ou de la sous-réglementation). S'il n'y a pas reconnaissance explicite des compromis nécessaires et si on n'exige pas que soient examinées minutieusement par la partie adverse les prétendues répercussions économiques, les craintes ou les perceptions liées aux répercussions économiques sur les firmes ou les industries visées peuvent conditionner le choix des niveaux de risque acceptables. (À ce propos, Stokinger (1971), nous met en garde contre les répercussions économiques des normes inutilement rigoureuses pour tous les types de polluants.)

Ces deux aspects ont été débattus plus longuement dans les chapitres précédents. Le sixième critère de Paté, cependant, soulève une grave question d'éthique pour l'établissement des normes d'hygiène au travail et pour l'établissement d'une politique globale en matière de risque. Le critère ne tient pas compte de la possibilité que les préférences du public puissent globalement mener à une distribution inéquitable, voire discriminatoire, des risques et des avantages. La plupart des consommateurs préféreraient peut-être les avantages économiques (sous forme de bas prix) liés à la réduction de la protection de la santé pour une minorité de travailleurs industriels. Cependant, ces préférences globales constituent-elles une assise légitime des décisions sur le niveau de protection de santé qui sera offert aux travailleurs?

Lignes de conduite régissant le traitement de l'incertitude

À la lumière de la discussion du chapitre 3, l'importance d'établir un ensemble de critères clairs en matière de décision, surtout en ce qui a trait au traitement des preuves scientifiques, est de suprême importance. Ces critères devraient représenter et expliquer les valeurs que comporte la décision prise sur la façon de traiter l'incertitude scientifique, que cette incertitude ait trait à l'inconnu, au litigieux ou simplement à l'inconnaissable. Il faudrait également souligner que, tout en restant souples, ces critères devraient garantir le traitement uniforme des cas semblables.

Malgré certaines lacunes, le Conseil consultatif sur la santé et la sécurité au travail de l'Ontario fournit un bon exemple d'une optique proposée concernant ces critères de décision quant aux normes d'exposition visant les dangers pour la reproduction. La proposition comporte les objectifs fondamentaux suivants:

a) Protéger le *lien le plus vulnérable* de la chaîne de la reproduction: par exemple les gamètes, l'embryon, le foetus, le nourrisson.
b) Atteindre cette protection au moyen du *mécanisme le moins discriminatoire*, c'est-à-dire le mécanisme qui risque le moins de réduire les débouchés pourun groupe donné de travailleurs (CCSST, 1985: 50, soulignement ajouté).

Le Conseil décrit un certain nombre d'optiques générales pour établir des normes, qu'il s'agisse d'une seule norme assurant la plus grande protection pour tous les travailleurs (dont le niveau offrira la protection précisée par les objectifs), de normes multiples comportant un plus faible niveau d'exposition pour la population la plus vulnérable et des normes qui visent la protection du travailleur moyen (mais qui peut fort bien ne pas protéger contre les risques pour la reproduction) associées à des dispositions de réaffectation temporaire. (Entre parenthèses, ces distinctions—du moins en ce qui concerne les limites numériques d'exposition—sembleraient impertinentes si des effets négatifs sur la santé autres que des dangers pour la reproduction étaient soupçonnés à des niveaux plus faibles d'exposition que ceux associés aux risques pour la reproduction.) Puisqu'une seule norme qui assure la plus grande protection atteint les deux objectifs fondamentaux d'une politique axée sur les risques pour la reproduction, on devrait choisir de favoriser une telle norme (id.: 53).

Un tel énoncé d'objectifs pourrait être réduit à un non-sens si on perçoit le besoin de poursuivre ces objectifs en respectant les limites qu'imposent la faisabilité économique et technologique et les connaissances scientifiques existantes sur la portée du risque (id.: 50). Le Conseil traite de cette deuxième question, au moins en partie, en proposant qu'il incombe au ministère de trouver juste cause dans tout cas de dérogation à une norme unique assurant la plus grande protection sous

prétexte d'impossibilité technologique ou économique: voilà un tableau utile de la façon dont les charges de preuves, dont l'importance est suggérée par Paté, peuvent grandement influer sur le contenu d'une norme ou d'une décision en matière de politique.

La politique proposée tient compte des incertitudes importantes découlant de la nécessité d'extrapoler les tests effectués sur les animaux ou *in vitro* à l'expérience humaine, des nombreux problèmes associés à l'utilisation des preuves épidémiologiques et du manque évident de ces preuves concernant les nouvelles substances. On conclut qu'il faut plutôt pécher par excès de prudence en jugeant qu'une substance donnée doit être traitée comme un danger pour la reproduction. C'est sur ce point que repose la principale faiblesse de la proposition du Conseil, car aucune autre précision n'est donnée sur ce qu'on entend exactement par pécher par excès de prudence, par exemple par rapport à l'importance relative devant être accordée aux preuves émanant de diverses sources.

Infante et Tsongas (1983: 387) ont fait valoir le besoin d'élaborer une ligne de conduite pour déterminer les preuves acceptables qui pourront servir à prévenir ou à réglementer les dangers pour la reproduction dans le lieu de travail, d'après une longue liste de questions encore non résolues, et qui ont été relevées par un groupe de travail de l'Interagency Regulatory Liaison Group (États-Unis) sur l'évaluation des risques liés à la reproduction. Cette liste est typique de celles qui caractérisent nombreux secteurs de l'évaluation des risques liés à la toxicité. Bien entendu, il n'est pas invraisemblable de soutenir que les dangers liés à la reproduction peuvent être plus faciles à cerner que certaines autres catégories de dangers, puisque divers systèmes de tests pour déterminer la toxicité relative pour la reproduction existent et l'évaluation de la toxicité liée à la reproduction est devenue relativement normalisée (Christian, 1983; voir également Nisbet et Karch, 1983: 62-90). Une foule de précisions doivent être apportées aux lignes de conduite en ce qui concerne le traitement des preuves et de l'incertitude scientifique, si l'on veut que le concept des jugements excessivement prudents ait un certain sens. Autrement, les preuves normalisées appliquées par les scientifiques peuvent l'être à mauvais escient en ce qui a trait aux questions de politique scientifique. Sans politique détaillée de ce genre, le gouvernement ne promulguera probablement pas de normes concernant les dangers liés à la reproduction, à moins qu'il y ait preuve de stérilité, comme c'était le cas du DBCP, ou qu'une grossesse anormale soit confirmée chez les humains (Infante et Tsongas, 1983: 389).

L'exemple le plus courant d'une telle politique générale fondée sur des critères pour le traitement des dangers d'hygiène au travail est la politique sur le cancer qu'a promulguée l'OSHA en 1977 avant de l'émettre comme règle définitive en janvier 1980. Voici une description (qui, inévitablement, tend à trop simplifier de nombreuses questions) de certaines dispositions de la politique de l'OSHA sur le cancer qui présentent un intérêt particulier dans le cadre du présent rapport.

La politique sur le cancer a reconnu les limites de l'épidémiologie sur le plan de l'éthique: attendre des études rétrospectives, fondées sur une enquête *post hoc*, oblige de toute évidence les travailleurs à se soumettre à des expériences massives et involontaires et à subir les tragédies qui en résultent des années plus tard (OSHA, 1977: 54155).

On a créé une hiérarchie des preuves du pouvoir carcinogène des substances chimiques. Après que le secrétaire (du Travail) ait classé, d'après les modalités établies, une substance dans les catégories 1 ou 2, on passe automatiquement à l'établissement de normes. L'OSHA a rejeté, aux fins de politique, l'hypothèse que des niveaux sûrs peuvent être déterminés dans le cas des carcinogènes, a exigé que les expositions aux substances classées dans la catégorie 1 soient réduites au plus faible niveau possible et que la réduction soit effectuée, sauf dans des cas spéciaux, par des moyens techniques ou des pratiques de travail (OSHA, 1977: 54171-54174). La politique sur le cancer a indiqué que les résultats positifs d'études épidémiologiques, ou de tests de deux espèces de mammifères, ou de tests d'une seule espèce de mammifères qui étaient reproduits ou soutenus par des tests à court terme, constitueraient, si les études sous-jacentes étaient jugées de qualité adéquate, de bonnes bases aux fins de la classification des carcinogènes dans la catégorie 1 (OSHA, 1977: 54170-54171), avec des preuves moins catégoriques menant à une classification inférieure. (On peut obtenir une discussion précise et une défense du traitement proposé concernant les preuves des systèmes de tests effectués sur des animaux dans OSHA, 1980: 5060-5173). D'une façon peut-être plus contestable, l'OSHA reconnaît explicitement les limites des preuves épidémiologiques négatives, lesquelles ne devaient être considérées pour établir des normes d'exposition à chacune des substances, que si les études en question comprenaient au moins 20 ans d'exposition

et au moins 30 ans d'observation après les premières expositions, si des raisons valables pouvaient être avancées permettant de prévoir les sites d'apparition des cancers chez les être humains, advenant que ces cancers soient provoqués et si la taille de la population à l'étude était assez grande pour prédire une augmentation des risques de cancer de 50 pour cent par rapport à ceux des sujets non exposés (OSHA, 1980: 5047-5060).

La politique de l'OSHA reconnaît ouvertement les dimensions politiques de l'évaluation des preuves scientifiques, du traitement de l'incertitude et du choix des stratégies. Elle engage un ensemble de principes pour choisir ces politiques qui traduisent sans exception une attitude prudente face à l'adoption de règlements sur les expositions. L'une des faiblesses apparentes est de se fier à la faisabilité technique comme base pour établir les normes concernant les substances de la catégorie 1, faiblesse qui peut avoir été partiellement compensée par l'ensemble de principes relativement clairs, élaborés à la suite de litiges, et qui peuvent servir de guide pour établir cette faisabilité, aux États-Unis (Latin, 1983). Viscusi (1982: 971) dénonce une autre faiblesse fondamentale de la politique:

> Le dynamisme derrière la politique de réglementation est la force des preuves se rapportant au pouvoir carcinogène. L'OSHA ne se préoccupe pas du niveau de risque. Suivant ces lignes directrices, on pourrait bannir les substances pour lesquelles on détient des preuves inébranlables qu'il y a peu de danger et ne pas réglementer les substances pour lesquelles il y a peu de preuves de risque important. (...) Même si l'on choisit d'ignorer les coûts d'application des règlements, comme le fait l'OSHA, il faut tenir compte jusqu'à un certain point de l'ampleur des risques pour déterminer les avantages pour la santé des travailleurs protégés.

Le commentaire de Viscusi plaide en faveur d'une optique coûts/avantages pour l'établissement des normes, une optique dont nous avons décrit les faiblesses au chapitre 4. Cependant, ce point doit être analysé aux fins de l'élaboration de critères pour établir des normes. Établir un cadre de critères pour déterminer le poids des preuves associées à un danger particulier ne répondra pas nécessairement à la question suivante: comment traiterons-nous les risques une fois qu'on aura déterminé leur existence? Réduire l'exposition au plus bas niveau possible semble être une solution attirante, quoique non évidente, qui remet en question la nécessité d'un équilibre entre les risques et les avantages qu'on ne saurait dissocier de la définition de la faisabilité. Cette question a été traitée un peu plus en détail au chapitre 4 et elle est soulevée de nouveau pour faire valoir que les cadres dont on se sert pour traiter les preuves scientifiques et qu'il faut avoir avant d'établir des normes, ne peuvent faire davantage que structurer les renseignements de façon à ce que la décision de considérer un risque comme acceptable corresponde mieux (et plus uniformément) aux valeurs et aux priorités que, selon nous (peu importe qui nous sommes), ce genre de décision devrait réfléter.

Transparence et droit de regard

Si la discussion précédente met en évidence une condition que tous souhaitent pour un cadre d'établissement de normes, c'est la transparence et le droit de regard. Cette observation est de très grande importance pour le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, s'il devait entreprendre de proposer des normes. Les preuves normalisées, les décisions politiques qui guident le choix de ces normes, la charge de la preuve, les compromis et les justifications de décisions doivent être clairement montrés et reconnus. Les deuxième, troisième, cinquième et sixième critères de Paté abordent ce problème au niveau méthodologique. D'une façon plus générale, la liste entière est orientée vers l'objectif de la transparence. La transparence du contenu des décisions en matière de risques est plus susceptible d'être réalisée, puisqu'il existe des mécanismes assurant que les comptes seront rendus et l'accès garanti, ce qui est précisément ce que les critères cherchent à assurer.

En vertu de la loi américaine (the Occupational Safety and Health Act), le processus d'établissement de normes est très formalisé, depuis les exigences méthodologiques concernant les avis, les audiences publiques jusqu'à la production d'un registre qui, en pratique, presque invariablement établit la base de toute révision judiciaire ultérieure (Nothstein, 1981: 119-144). Ce procédé comporte un certain nombre de lacunes et, pour n'en nommer qu'une, il tend à être très lent; plusieurs années peuvent s'écouler entre la présentation d'une norme (ou d'un changement d'une norme existante) et la décision définitive du tribunal sur la validité de cette norme. (Schroeder et Schapiro, 1984: 1305-1309). L'avantage, cependant, c'est sa transparence. Le mécanisme de révision judiciaire, surtout, rend très manifestes les choix en matière de politique et les conflits en matière de priorités que pose une détermination comme la faisabilité d'une norme proposée (Latin, 1983; Nothstein, 1981: 175-187) ou l'existence d'un risque important pour la

santé à un niveau d'exposition donné (Latin, 1982; Nothstein, 1981: 154-175). À l'opposé, le mécanisme par lequel on détermine et on évalue les SAE est très obscur et caché. Il en est de même de l'évaluation et de la prise de décisions concernant les risques au sein de Santé et Bien-être social Canada, malgré le droit de regard auquel font allusion Morrison et coll. (1983) dans leur description, en raison de facteurs tels que le manque d'accès public et le caractère secret entourant les particularités des compromis entre les risques et les avantages.

Mais les réformes majeures dans les procédés d'établissement de normes ainsi que dans les institutions qui s'en occupent représentent-elles le seul moyen d'obtenir la transparence? Et la question de la transparence, n'est-elle pertinente que pour les institutions qui ont un rôle à jouer dans l'établissement des normes, soit directement, soit à titre de conseillers? Cette deuxième question est particulièrement importante pour le CCHST. Le Centre se spécialise dans la collecte et la diffusion des renseignements, ainsi que dans le domaine de la recherche secondaire telle qu'elle est définie par Atherley (1986). La recherche secondaire, qui comporte une analyse systématique et critique des données scientifiques disponibles sur un sujet donné (par exemple, les risques pour la santé d'un composé x) est une façon fort efficace d'identifier les incertitudes auxquelles doivent faire face ceux qui établissent les normes, ou qui étaient passées inaperçues; on peut conclure que cette recherche secondaire clarifiera aussi les valeurs qui déterminent la façon dont ils traitent ces incertitudes. La qualité des normes établies est fonction non seulement du choix des meilleures données scientifiques disponibles, mais aussi des perspectives politiques que comporte, par exemple, le choix d'une preuve normalisée. On peut se fonder sur la recherche secondaire pour évaluer (et améliorer) ces deux aspects de la qualité. Une institution comme le CCHST peut être en mesure de rendre les normes existantes, ainsi que les procédés d'établissement de normes plus transparents pour l'observateur et pour tous les participants, et ce sans participer lui-même au procédé d'établissement de normes. Cette prescription semble quelque peu utopique, mais il vaudrait la peine qu'on lui donne suite vu les avantages d'une transparence améliorée des normes sans qu'il soit nécessaire d'instaurer des mécanismes gouvernementaux formels pour les établir; en effet, la création de tels mécanismes a entraîné aux États-Unis des procédés qui semblent être d'une lenteur paralysante.

6. MODALITÉS ET MISE EN OEUVRE:

Aspects oubliés

Introduction

Qu'elles comportent des limites numériques précises ou des critères plus généraux, par exemple des exigences selon lesquelles les expositions doivent être gardées au niveau le plus bas possible et qu'elles soient adoptées en tant que loi ou convention, les normes d'exposition à des dangers dans les lieux de travail constituent seulement un élément du processus social qui détermine le niveau réel de protection contre les dangers sur les lieux de travail. Un autre élément ou ensemble d'éléments important est la mise en oeuvre: atteindre ou faire respecter les objectifs prescrits par les normes.

Si l'objectif global est d'améliorer la sécurité des conditions de travail, des normes strictes sont dépourvues de sens si elles ne peuvent être ou ne sont pas respectées. Cette observation débouche sur deux préoccupations principales. Tout d'abord, il s'agit de la façon dont les normes sont exprimées ou formulées. Indépendamment de ses avantages théoriques, un outil de réglementation qui ne peut être mis en oeuvre dans le monde réel est inutile (McGarity, 1983: 206). Existent-ils certains genres de normes qui peuvent être plus facilement mises en oeuvre que d'autres et qui offrent à peu près le même niveau de protection aux travailleurs? Le cas échéant, il semblerait logique de favoriser le genre de normes qui se mettent en oeuvre plus facilement. Ce choix implique, bien entendu, que l'objectif est bel et bien d'atteindre le niveau de protection mentionné ou promis et non d'offrir (pour des raisons politiques) une norme rigoureuse symbolique qui n'assure pas le niveau de protection qu'elle semble promettre. (Certains commentateurs ont dit que ce mécanisme préconisant une loi symbolique pouvait être répandu dans le domaine de la protection environnementale.) Ceci implique également qu'on ne cherche pas une mise en oeuvre facile au détriment des valeurs qui guident le choix du cadre d'établissement des normes. (Par exemple, il peut être plus facile de mettre en oeuvre des normes en se fondant sur des indices d'exposition biologiques et de retrait du travail que des normes exigeant des méthodes de contrôle technique. Cela ne veut pas dire que ces premières normes devraient être choisies pour autant.)

La deuxième question concerne l'établissement et la mise en oeuvre des normes. Un modèle conventionnel d'application est-il approprié? D'autre part, devrions-

nous, pour donner un exemple extrême d'une optique de rechange, essayer de contourner tout ce processus compliqué d'établissement des normes et, au lieu, développer plus formellement et avec plus d'énergie une tendance qui est déjà visible (...) qui consiste à encourager les initiatives locales visant à assurer l'amélioration de l'hygiène et de la sécurité au travail, en voyant à ce que les travailleurs qui courent réellement des risques jouent un rôle actif dans la prise de décisions au sujet des normes et du contrôle de ces risques (McGinty et Atherley, 1977)?

Restructuration de l'établissement des normes

Pour répondre tout d'abord à la deuxième question, en 1984 la Fédération du travail de l'Ontario a proposé ceci:

> Les syndicats et le patronat devraient participer à élaborer tous les règlements d'hygiène grâce à un comité permanent doté de représentants de chaque partie, payés et à plein temps, et de personnel scientifique et technique pour les *conseiller* dans leurs délibérations. Ce comité bipartite fonctionnerait à l'extérieur du cadre du ministère, mais toutes décisions sur lesquelles on s'entendrait devraient être adoptées par le ministère (OFL/FTO, 1984: 16, soulignement ajouté).

On tiendrait des audiences publiques pour analyser non seulement les documents portant sur les critères, élaborés par le personnel scientifique pour régir des substances spécifiques, mais aussi des questions de politique générale, des stratégies de contrôle et d'approbation relativement à l'introduction de nouvelles substances chimiques. Lorsqu'on ne s'entendrait pas, les décisions au sujet des normes seraient prises par le ministère qui se fonderait sur les preuves analysées par le comité et la position des membres du comité. Dans un cas comme dans l'autre, une explication complète du raisonnement à la base de la décision serait requise (OFL/FTO, 1984: 18).

Cette optique a le mérite de fournir tant la transparence que la représentation des parties concernées (dans la mesure où les représentants des syndicats au comité proposé peuvent être déclarés porte-parole des travailleurs exposés dans leur ensemble), comme il se doit vu la nature des décisions concernant les risques. Elle semblerait satisfaire la plupart, sinon tous, les critères de Paté concernant la prise de décisions au sujet des risques acceptables: ce que l'on ne peut vraiment pas dire de la plupart des cadres existants. Il faudra cependant la raffiner davantage et préciser ce modèle proposé.

En 1972, la Saskatchewan a adopté un modèle légal spécial pour réglementer l'hygiène et la sécurité au travail. Ce modèle se centrait sur le droit de savoir, le droit de refuser (un travail dangereux) et le droit de participer; et fonctionnait par le biais de comités mixtes syndicaux-patronaux sur l'hygiène et la sécurité, pour prendre des décisions applicables aux conditions de travail et à leur amélioration (Sass, 1983). Un modèle semblable a ensuite été adopté, du moins en partie, dans la plupart des autres provinces; en Ontario, on a qualifié ce modèle de système de responsabilité interne, d'après une expression utilisée dans un rapport de 1976 sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs dans les mines. L'un des aspects de ce modèle (les comités mixtes) semblerait offrir une certaine possibilité d'établir des normes (en fonction du niveau réel de protection offert aux travailleurs), sur une base négociée à chaque lieu de travail.

C'est peut-être une vue optimiste. Les faiblesses des comités mixtes sont nombreuses. La loi en vertu de laquelle ils fonctionnent préserve la plupart des prérogatives existantes du patronat (Swinton, 1983: 153), encourageant ainsi très peu la vraie négociation. La crainte des représailles contre les activistes de l'hygiène et de la sécurité demeure un problème, spécialement dans des milieux de travail où il n'y a pas de syndicat. Malgré la prohibition de telles pratiques dissuasives, un employeur peut presque toujours trouver des excuses pour renvoyer un employé récalcitrant (Doern et coll., 1982: 3.77). Les droits légaux d'accès à l'information des membres du comité sont limités (Nash, 1983). De plus, vu qu'il n'y a pas de pouvoir formel de prise de décisions dans la plupart des provinces, les membres des comités mixtes exerçant des presssions pour améliorer les conditions de travail doivent, en pratique, souvent se fier aux fonctionnaires chargés de l'application pour appuyer leur position.

Pourtant l'établissement de ce mécanisme est très prometteur, pour au moins trois raisons. Premièrement, étant donné le nombre de substances potentiellement dangereuses présentes dans de nombreux lieux de travail et le nombre limité de normes qui peut être fixé de façon réaliste à cet égard, les comités mixtes et leurs membres peuvent et doivent jouer un rôle important quant à la détermination des expositions potentiellement dangereuses et au moins suggérer des correctifs à apporter

aux procédés de fabrication et à l'organisation. Ceci est vrai qu'on croit ou non que le rôle de prise de décisions légales et formelles des comités puisse ou doive être élargi. Deuxièmement, les pratiques de travail ou les changements apportés à l'équipement sur les lieux de travail sont deux éléments essentiels pour réduire les expositions dangereuses, et les comités mixtes peuvent offrir une tribune réelle pour négocier ces changements ou assurer leur mise en oeuvre, même sous la menace de sanctions externes. Troisièmement, ce ne sont pas tous les dangers qui peuvent être contrôlés au moyen de normes clairement définies, contrairement aux substances chimiques ou aux agents physiques. Si nous acceptons l'analyse qui soutient que l'organisation du travail est un facteur déterminant fondamental qui détermine les niveaux de stress et la possibilité de tomber malade (Karasek, 1984), analyse à laquelle un nombre croissant de commissions d'accidents de travail aux États-Unis commencent à adhérer (Davis, 1985), le rôle d'un organisme comme un comité mixte devient de plus en plus crucial (Sass, 1978).

Pour que toutes ces fonctions soient remplies, il est essentiel d'avoir une source extérieure de renseignements crédible, fiable et globale (et une source d'analyse de ces renseignements). Le Centre doit jouer un rôle important en matière de diffusion des renseignements sur lesquels on peut établir des normes au niveau des lieux de travail (c'est pourquoi la discussion précédente est présentée), tout comme ces capacités peuvent améliorer la compréhension des normes et leurs limites au palier provincial ou national et ainsi, indirectement (nous espérons), la qualité des normes mêmes.

Conception et établissement des normes

McGarity (1983: 203) a mentionné un ensemble de critères pour évaluer la conception des normes, dont quatre, la faisabilité administrative, la viabilité (dans les conditions existantes des révisions judiciaires et politiques), la capacité d'exécution et la capacité d'encourager le progrès technique, sont tout spécialement pertinentes dans le présent contexte. Des exigences en matière de renseignements sont, selon McGarity, un facteur déterminant de la faisabilité administrative. En discutant des normes environnementales, qui sont au coeur de ses préoccupations, McGarity distingue les normes de qualité moyenne du milieu ambiant (formulées en termes de concentration d'un contaminant dans une masse d'air ou d'eau) et les normes axées sur la technologie, lesquelles exigent le recours à la meilleure technologie possible ou les plus faibles émissions possibles. Les normes de qualité du milieu ambiant requièrent, pour pouvoir être mises en oeuvre, un degré beaucoup plus grand d'information au sujet des émissions provenant de sources individuelles et de leurs effets sur l'environnement, comparativement aux normes axées sur la technologie. Même ces dernières peuvent soulever des questions complexes sur la façon de définir la faisabilité technologique (*cf.* Latin, 1983). Autre question, l'étendue des pouvoirs discrétionnaires de l'administration que semblent impliquer les normes axées sur la technologie (McGarity, 1983: 208) peut en faciliter l'administration, mais en compromettre la fiabilité avec laquelle l'objectif plus général de protection des travailleurs ou de l'environnement est atteint.

La faisabilité administrative est un aspect assez important quant aux normes génériques telles que la politique de l'OSHA sur le cancer. La Fédération du travail de l'Ontario (1984: 23), qui a fortement soutenu l'élaboration de ces lignes, soutient que

> l'élaboration de critères servant à répertorier les substances dans chacune des lignes de conduite générales peut être un processus lent, mais une fois que ces critères sont en place, les substances peuvent être classées par catégorie et traitées en conséquence, sans devoir passer par les mêmes débats au sujet des résultats des tests, des évaluations de risques et de l'acceptation des risques.

Il s'agissait, bien entendu, de l'une des principales justifications à la base de l'élaboration de la politique de l'OSHA sur le cancer (OSHA), 1977: 54154). Malheureusement, l'élaboration de cette politique a pris fin à peu près au même moment que l'administration qui l'a mise en branle a été remplacée par une administration indifférente sinon hostile, ce qui veut dire que cette catégorisation n'a jamais réellement été mise à l'essai. Il se peut certainement que les politiques génériques aient de plus grands avantages sur le plan de l'administration qu'une optique d'établissement de normes pour chacune des substances *si* les établissements responsables s'engagent vraiment à les mettre en oeuvre. (Cette mise en garde s'applique à la plupart des énoncés au sujet des mérites administratifs des instruments de politique particuliers!)

Au sujet de la capacité d'exécution, McGarity (1983: 209) indique qu'aucun plan de réglementation ne peut fonctionner convenablement si ses exigences peuvent être enfreintes impunément. Pourtant, avant que la société

ne puisse punir quelqu'un parce qu'il a triché, elle doit préciser assez clairement la conduite qui sera sanctionnée par le gouvernement. Bien que ceci puisse s'appliquer à l'ensemble, il est souvent plus efficace d'avertir chacun des intéressés de ce qu'on attend de lui par le truchement d'un système de permis. Les permis individuels qui précisent les normes de rendement seraient, bien entendu, assujettis aux mêmes limites que les normes de rendement en général. De plus, ces permis (on pourrait soutenir que les ordres des inspecteurs, dans le contexte canadien, en constituent une variante) doivent reposer sur un certain genre de normes sous-jacentes, normes de rendement ou normes plus vagues, par exemple celle de la meilleure technologie possible ou celle du niveau le plus faible qui puisse raisonnablement être atteint (ALARA). Dans le premier cas, la technologie ou les autres options technologiques pourraient être précisées de façon à permettre aux intéressés de satisfaire la norme de rendement pour chacun des lieux de travail (jouant ainsi le compromis d'une plus grande souplesse assurée par les exigences de rendement contre l'application facile); dans le dernier cas, l'exécution d'une exigence générale se fait, de toute évidence, plus facilement lorsque la seule chose à démontrer est la non observation des conditions d'un permis, d'un programme de contrôle ou d'un instrument semblable.

Il y a chevauchement ici avec la question de faisabilité administrative: les normes qui nécessitent plus de surveillance pour en assurer l'exécution sont, entre autres, moins vraisemblablement applicables en raison des limites des ressources humaines et financières. Par exemple, pour déterminer le respect d'une norme qui prescrit un niveau admissible d'exposition maximal, l'employeur ou l'organisme chargé de la mise en oeuvre doit déployer beaucoup d'efforts et dépenser beaucoup d'argent pour l'échantillonnage, surtout s'il semble nécessaire de déterminer si un SAE qui dépasse les limites de la norme est un cas isolé, ou une situation constante et généralisée. En Ontario, le fait de fixer des normes d'après une moyenne pondérée sur le temps de 40 heures en complique l'exécution d'autres façons. La question de la MPT de 8 heures par rapport à celle de 40 heures n'est pas discutée plus longuement, parce que le concept de la MPT en tant qu'indice d'exposition comporte des connotations scientifiques douteuses (Atherley, 1985). Cependant, le critère de capacité d'exécution incite à croire que toute norme qui crée des charges supplémentaires en matière d'administration ou d'exécution pour la MPT de 40 heures (par rapport à celle de 8 heures) devrait présenter en contrepartie des avantages dans certains des autres secteurs.

Il faut analyser tout particulièrement deux problèmes associés à la capacité d'exécution. Le premier est le manque de précision. Bryce (1984: 7), un loyal défendeur des exigences générales de rendement par opposition aux prescriptions ou aux règlements détaillés, concède toutefois ceci, en parlant de l'exécution au niveau local:

> Une tendance générale vers les règlements de rendement peut dans une certaine mesure gêner les inspecteurs de l'hygiène et de la sécurité au travail du gouvernement dans la mise en vigueur des nouveaux règlements, du moins au début car ils ne seront pas capables de citer tout simplement les anciens règlements lorsqu'ils donneront des ordres aux employeurs.

Il reconnaît également que les règlements sur le rendement permettront aux employeurs qui enfreignent les lois d'hygiène et de sécurité de s'en tirer plus facilement en invoquant comme justification la diligentia bonis patris familiae, en se fondant sur l'argument que toutes les mesures raisonnables ont été prises pour se conformer aux exigences en question.[16] Pour cette raison, l'industrie devrait louer les gouvernements qui ont penché du côté d'une plus grande utilisation des dispositions sur le rendement (Bryce, 1984: 6).

Le manque de précision suscite des problèmes spéciaux lorsqu'il s'agit de contaminants des lieux de travail. Dans le cas des substances qui n'ont pas de limites d'exposition spécifiées par la loi, la norme applicable dans presque tout le Canada est simplement l'exigence légale que les employeurs prennent toutes les mesures raisonnables (les termes précis des lois varient, l'esprit reste le même) pour éviter que les travailleurs soient exposés aux dangers. En common law anglais, raisonnablement pratique signifie un équilibre rudimentaire entre les risques et les avantages.[17] En Ontario, la signification et la capacité d'exécution de cette exigence dans le contexte de l'hygiène au travail ont été mis à l'épreuve dans une poursuite intentée en 1982 contre un employeur en vertu de la loi provinciale sur la santé et la sécurité au travail (*Occupational Health and Safety Act*). Ce dernier n'avait pas protégé un employé d'entretien des dangers associés à l'amiante dans l'immeuble qu'il avait eu l'ordre d'inspecter.[18] Le noeud du problème était l'importance des risques auxquels le travailleur avait été exposé. Les

témoins ne pouvaient chiffrer les risques mais, pour citer le juge (Reasons for Judgment, Nosanchuk, Prov. Ct. J.), aucune preuve médicale n'a été mentionnée à l'audience indiquant des troubles de santé réels quelconques (...) même s'il a été généralement admis que les affections liées à l'amiante, si elles sont contractées, pouvaient ne pas évoluer pendant dix à quinze ans. Plusieurs fois, le tribunal, qui a acquitté les défendants de tous les chefs d'accusation, a observé qu'aucun règlement n'était en vigueur en vertu de la loi sur la santé et la sécurité au travail qui régit les concentrations acceptables d'amiante sur les lieux de travail (quoique ces règlements aient été en vigueur pour le plomb, première substance désignée en vertu de la loi) ou l'entreposage, la manutention ou l'utilisation de l'amiante. Ainsi le tribunal a dû conclure que

> (...) les preuves n'ont pas réussi à établir au-delà de tout doute raisonnable, compte tenu des preuves médicales contradictoires et des preuves à l'appui d'une controverse dans les domaines médicaux et scientifiques, que les circonstances du travail de M. Milburn ont réellement ou potentiellement mis sa santé en danger. Comme le tribunal l'a souligné, les preuves médicales se contredisent et le tribunal n'est pas prêt à reconnaître, compte tenu de la durée et de l'intensité de l'exposition, l'existence d'un risque pour la santé au-delà de tout doute raisonnable.

Voici un autre passage du jugement digne de mention:

> Il est à espérer que, dans un avenir pas trop éloigné, la province de l'Ontario promulguera des règles et des règlements pour établir une norme qui fixera des règles et des règlements précis à suivre partout où l'on trouve de l'amiante et qui stipulera que la non observation de ces règles ou de ces règlements constituera une infraction à la loi (...) ainsi, la cour pourra déterminer sur une base adéquate, s'il y a eu infraction ou non.

Le caractère général des interdictions prescrites en vertu de la loi a obligé le tribunal à jouer un rôle en matière d'établissement de normes. Il a dû appliquer une preuve normalisée extrêmement sévère qui ne se prêtait pas aux règlements d'hygiène et de sécurité. Les conséquences de la mise en application des interdictions générales sont évidentes. C'est également le cas, à bien y penser, des limites des normes numériques d'exposition. Si on peut surveiller l'exécution, il est nettement mieux d'avoir ces normes que de ne pas en avoir du tout. Cependant, même au sein de compétences qui ont adopté une variante quelconque de la liste des SAE, portant sur plusieurs centaines de substances, qu'arriverait-il si les risques d'une substance non assujettie aux règlements devaient être démontrés devant un tribunal, dans une tentative d'appliquer la norme sous forme de clause de responsabilité générale semblable à celle de l'Ontario?

Le deuxième problème est que l'on puisse considérer un règlement comme arbitraire ou déraisonnable. Bardach et Kagan (1982: 79-119) suggèrent fortement que lorsqu'une norme ou une exigence est perçue comme étant déraisonnable, les employeurs visés non seulement auront tendance à ne pas s'y conformer, mais encore ils pourraient y résister en intentant des poursuites juridiques, lesquelles seraient onéreuses pour l'organisme de mise en oeuvre et compromettraient les objectifs que la norme ou l'exigence cherche à atteindre. Il s'agit peut-être là du problème le plus difficile à traiter dans tout le secteur de la mise en oeuvre. L'industrie est portée à considérer injustifiables les normes d'exposition, si elle considère qu'il n'y a pas assez de preuves sur les effets sanitaires délétères et irrationnelles ou non étayées de preuves scientifiques les normes qui ont une orientation préventive explicite. Ainsi, l'American Industrial Health Council (1985: 20), établi par l'industrie chimique en 1977 suite à la politique de l'OSHA sur le cancer, soutient que l'évaluation des risques basée sur des faits scientifiques solides est différente des règlements sur les dangers possibles et devrait être traitée en priorité. De plus, le fait qu'on exige le recours à des contrôles techniques au lieu de l'équipement protecteur personnel peut être vu comme une méthode inefficace et excessivement coûteuse d'atteindre l'objectif de la protection des travailleurs. Cela pourrait être également le cas des normes d'exposition aux toxines qui peuvent influer sur la reproduction, normes établies dans le but de protéger les femmes en âge de procréer, comparativement aux règles qui excluent les femmes des emplois comportant un risque d'exposition à ces agents (Sheridan, 1983).

Il arrive souvent que ces conflits ne peuvent être évités. Les choix d'une preuve normalisée ou les décisions qui se concentrent sur l'amélioration des conditions de travail plutôt que sur l'utilisation de l'équipement protecteur ou les règles de travail qui excluent certaines personnes vulnérables, sont de ces choix les plus fondamentaux quant aux options de lignes de conduite en matière d'hygiène et de sécurité au travail et représentent les conflits de valeurs et d'intérêts que cache l'établissement de normes.

En même temps, il est inutile de refuser de minimiser les perceptions de normes arbitraires ou déraisonnables, au moins de trois façons. Ces prescriptions n'élimineront pas, bien entendu, les conflits au sujet des normes d'hygiène et de sécurité au travail. Elles peuvent cependant servir à axer ce conflit sur les questions centrales plutôt que sur les périphériques pour atteindre l'objectif général d'améliorer la protection des travailleurs.

Premièrement, la raison pour laquelle on choisit une optique particulière d'établissement de normes (comparativement à une norme en particulier) devrait être expliquée le plus complètement possible et avec le plus de précision possible. Ainsi, on peut déplacer le point litigieux du caractère soi-disant arbitraire des normes pour l'axer sur les valeurs ou les priorités sous-jacentes au choix. Deuxièmement, le caractère arbitraire ou la perception de la mise en oeuvre comme étant excessivement punitive devraient, autant que possible, être évités: par exemple, en évitant les sanctions de première instance et peut-être en mettant l'accent sur les sanctions civiles plutôt que sur les sanctions quasi criminelles. À l'heure actuelle, la loi en vertu de laquelle les normes sont établies a nettement tendance à être appliquée par le biais de poursuites, malgré les nombreux désavantages de cette façon de faire (Ison, 1975). Enfin, les personnes chargées d'établir les normes doivent toujours être prêtes à se faire démontrer l'efficacité des autres moyens de respecter une norme ou à en reconnaître l'intention, lorsque ceux-ci n'entrent pas en conflit avec des objectifs plus fondamentaux, tels que la préférence manifestée pour les contrôles techniques. Une telle optique, en revanche, peut nécessiter que l'on renonce à l'aspect pratique des normes prescrites détaillées. Certaines de ces suggestions vont au-delà de l'élaboration ou de la conception d'une norme et s'appliquent davantage aux rouages de la mise en oeuvre: elles méritent néanmoins d'être mentionnées.

La viabilité face à une révision juridique est beaucoup moins cruciale pour les normes canadiennes que pour celles promulguées dans le climat de litige beaucoup plus marqué des États-Unis. Ceci s'explique au moins en partie par l'ampleur de la loi canadienne dans le domaine de l'hygiène et de la sécurité au travail. La viabilité au niveau politique nous ramène, encore une fois, à la base normative de l'établissement des normes. Très fréquemment, les normes qui exigent l'amélioration des conditions de travail seront contestées par les industries touchées en raison du coût encouru pour s'y conformer, comme en témoigne la résistance des fabricants ontariens aux normes proposées concernant l'isocyanate (CCSST, 1984: 23). Dans la mesure où les industries affectées ont beaucoup de poids politiquement parlant, la viabilité des normes qui promettent des augmentations significatives de la protection peut toujours être remise en question au niveau politique. En même temps, ce conflit inhérent peut souvent être estompé, sans compromettre pour autant les fondements des normes proposées, si on minimise le caractère arbitraire ou déraisonnable.

Pour terminer, il faut également analyser l'effet sur les innovations technologiques et ici, il est nécessaire de distinguer deux niveaux d'efficacité. C'est un lieu commun de dire que les normes de rendement offrent une plus grande souplesse que les spécifications précises concernant des techniques de protection et peuvent ainsi mener aux innovations permettant de rencontrer la norme à un moindre coût.

Il est peu probable qu'une norme fondée soit sur les techniques existantes, soit sur le rendement de cette technique, encourage à innover pour être à la fine pointe d'une industrie. Elle peut, cependant, être très efficace en amenant tous les lieux de travail à respecter la norme ou à s'en rapprocher, parce que l'on peut prouver qu'il est techniquement faisable de respecter la norme (McGarity, 1983: 221). Par contre, les normes qu'on ne peut rencontrer en utilisant les techniques existantes incitent davantage à innover, mais elles sont plus vulnérables au niveau politique ou administratif, car on peut soutenir qu'elles ne sont pas du domaine du possible (c'est-à-dire, elles exigent des frais que l'industrie visée ne considère pas raisonnables).

Observation des normes: dans quelle mesure ces dernières sont-elles fiables et exhaustives?

Il est étonnant de constater le peu de renseignements offerts dans les ouvrages publiés sur la mesure dans laquelle on respecte les normes numériques existantes. Voilà pourtant un renseignement essentiel pour évaluer l'efficacité globale des stratégies de protection des travailleurs. Deux anecdotes révèlent l'existence de graves problèmes.

En 1978-1979, une enquête sur les conditions de 18 fonderies de métaux non ferreux en Ontario (Malik et coll., 1984) a révélé que les travailleurs de tous les établissements, sauf deux, étaient fréquemment exposés à des niveaux de métal (poussières et émanations), de poussière de silice, ou des deux, qui dépassaient le SAE

prescrit. En 1983, le nombre de fonderies qui n'avaient pas enregistré d'expositions excessives était passé de 2 à 6, mais 12 fonderies en enregistraient encore. Selon le rapport de l'enquête, les causes sont diverses, mais elles reprennent, en grande partie, l'évidence même et la plupart des problèmes découlant de l'exposition à la poussière toxique dans les fonderies de métaux non ferreux sont facilement reconnaissables et peuvent être résolus par des moyens généralement faisables et conventionnels (id.: 61). Le SAE ne sert pas ici d'indice de sécurité ou de risque et il n'a pas force de loi en Ontario. Il est néanmoins utile comme point de repère pour mesurer la vitesse (ou la lenteur) de l'amélioration des conditions de travail.

La poussière de céréales est également un danger relativement bien compris, tant en termes de risque d'exposition à des concentrations suffisamment élevées qu'en termes des dommages qu'il produit sur le système respiratoire à de plus faibles concentrations (Warren, 1983). Farant et Moore (1978) ont présenté des documents sur les concentrations de poussières dans certains élévateurs à grains au Canada qui présentaient des dangers d'incendie et d'explosion. Ils ont découvert que les niveaux de poussière de céréales excédaient constamment le SAE prescrit. En 1978, Travail Canada a émis des directives demandant l'installation de systèmes de ventilation adéquats pour que le SAE de 10 mg/m^3 (MPT de 8 heures) soit atteint d'ici 3 ans. En 1983, moins de sept sur dix des élévateurs répondaient à la norme.

Il faut souligner que ces exemples ne constituent que des anecdotes. On ne détient pas de renseignements publiés et il serait très utile d'effectuer des recherches sur les tendances générales des niveaux d'exposition aux contaminants sur les lieux de travail, surtout sur les niveaux qui touchent un groupe relativement grand de travailleurs. Des renseignements sur les tendances des niveaux d'exposition sont utiles même s'ils n'ont pas trait directement à l'observation d'une norme; malheureusement ils ne sont probablement pas disponibles dans ces cas. Ici, nous avons un cas où il est important d'obtenir des renseignements.

Plusieurs raisons expliquent les situations décrites ici: tout d'abord, comme dans l'exemple de l'Ontario, l'absence d'une norme prescrite par la loi; les résultats de la poursuite au sujet de l'amiante décrits plus tôt dans le présent chapitre évoquent l'importance qu'elle revêt. Autre explication, le fait que les poursuites sont, dans de nombreuses compétences, la seule manière d'imposer des sanctions concernant l'infraction des normes. Or, elles sont ennuyeuses et constituent un moyen relativement incertain (Ison, 1975). Leur utilité s'en trouve d'autant plus limitée car on peut invoquer, à titre de défense, qu'on a fait preuve de diligence normale. D'autre part, la nature des sanctions visées peut ne pas offrir l'encouragement économique suffisant pour inciter à améliorer les conditions de travail.

Ces points sont repris dans un document de travail de la Commission de réforme du droit du Canada, qui devrait sortir sous peu. On passe donc à autre chose. L'importance des renseignements fiables sur le potentiel des contrôles techniques d'avant-garde, sur leur coût, est illustrée par la discussion figurant plus tôt dans le présent document relativement aux décisions sur la faisabilité économique et technologique. La disponibilité de ces renseignements peut influer de façon déterminante sur la vitesse à laquelle les employeurs (surtout ceux qui ne disposent pas des ressources nécessaires pour obtenir des conseils techniques pertinents, soit sur place, soit en s'adressant à des experts) pourront améliorer les conditions de travail. (Les renseignements sur les méthodes optionnelles de contrôle technique les moins coûteuses sembleraient particulièrement utiles.) Il ne fait presque aucun doute que la disponibilité des renseignements influe grandement sur l'efficacité soit des travailleurs, soit des experts-conseils ou des employeurs, ou de n'importe lequel des divers professionnels qui tentent d'améliorer les conditions de travail. Pour ne citer qu'un exemple, la crédibilité d'une proposition selon laquelle les normes d'exposition à l'amiante seraient baissées à 0,5 fibres/cc d'air, dans des usines de fabrication de matériaux contenant de l'amiante, est considérablement rehaussée par des études d'échantillonnage démontrant que la technologie utilisée à l'heure actuelle peut maintenir les expositions personnelles dans un ordre de grandeur plus faible (First et Love, 1982).

Jusqu'à quel point ces renseignements peuvent-ils être facilement accessibles? Quel en est le degré de précision? La réponse peut avoir une certaine importance. Si ces renseignements sont difficiles à obtenir, les petites et les moyennes entreprises peuvent être défavorisées dans leur effort pour améliorer les conditions de travail, non seulement parce que les ressources financières sont limitées, mais aussi parce que leur accès à l'information est limité. De plus, ceux qui se battent pour améliorer les conditions de travail peuvent avoir du mal à combattre l'argument selon lequel les améliorations ne sont pas

possibles du point de vue économique ou technique (Latin, 1983: 605-608). À moins de ne pas tenir compte du tout des coûts liés à l'observation des normes—ce qui est probablement impossible en pratique—l'accès à l'information sur le potentiel technologique devient ainsi un élément essentiel pour atteindre la transparence que l'on a identifiée au chapitre 5 comme objectif des cadres d'établissement des normes. (Il appert que cet accès soit encore plus clairement essentiel pour établir des normes au niveau des comités mixtes ou d'autres organismes consultatifs.)

Il existe des préoccupations évidentes et légitimes au sujet des renseignements sur les procédés et équipements protégés par un brevet de fabrication. On ne peut définir jusqu'à quel point ces derniers pourraient compromettre une tentative d'améliorer l'accès à l'information. Pourtant, à long terme, certains établissements (soit le Centre ou quelqu'autre organisme) peuvent jouer un rôle pour diffuser le plus largement possible au moins les renseignements qui sont du domaine public sur les coûts qui doivent être encourus pour respecter les normes, et les possibilités des équipements.

REMARQUES

1. Voir la discussion sur les stratégies relatives à la sécurité des lieux de travail par opposition à la sécurité des personnes, par Atherley (1978) et celle qui se trouve au chapitre 5 du présent document.

2. Dans un rapport préparé pour Environnement Canada (1984), Strahlendorf passe en revue ces exigences.

3. Imaginez deux groupes de 100 animaux chacun, un groupe témoin et un groupe traité avec une substance carcinogène soupçonnée. S'il n'y avait aucune tumeur dans le groupe témoin, la plus faible incidence dans le groupe d'animaux traités que nous pourrions considérer statistiquement valide selon une marge de confiance de 95 pour cent est de 3 pour cent. Une telle incidence serait énorme au sein de la population américaine: 66 000 sur 220 millions de personnes. (...) Même 0,3 pour cent est un risque très élevé pour une grande population. Pourtant, pour dépister une incidence aussi faible que 0,3 pour cent, à un niveau de confiance de 95 pour cent, il faudrait des groupes d'essai de 1 000 animaux. Pour dépister des niveaux d'incidence de 0,03 pour cent ou inférieurs à ce chiffre—ce qui est plus près des risques que court un individu de contracter pendant sa vie des cancers les plus communs—il faudrait effectuer des tests sur des centaines de milliers d'animaux. Ceci n'est pas pratique. Ce qui *est pratique*, c'est en fait que l'on considère qu'un animal en représente 1 000 et qu'on augmente la dose (U.S. Council on Environmental Quality, 1979: 202).

4. L'angiosarcome hépatique constituerait un autre exemple. Cependant, le lien qui existe entre cette affection et l'exposition au chlorure de vinyle a d'abord été isolé chez les êtres humains par un médecin de compagnie qui s'est fondé sur un groupe de cas dans une usine de Louisville, au Kentucky en 1974 (Creech et Johnson, 1974). Quelques mois plus tard, un pathologiste du Québec a établi le lien entre l'échantillon de tissu qu'il examinait et les cas du Kentucky (Allen, 1976); il a ensuite publié, en collaboration avec l'un de ses collègues, une étude (Delorme et Thériault, 1978) indiquant que neuf cas d'angiosarcome hépatique avaient été diagnostiqués entre 1959 et 1974 chez les travailleurs de l'usine de polymérisation du chlorure de vinyle à Shawinigan (Québec); la cause n'avait apparamment pas été établie, bien que ce genre de tumeur étant très rare, un lien entre l'exposition au chlorure de vinyle et le développement d'un angiosarcome du foie avait été établi (Delorme et Thériault, 1978: 340). Ainsi, l'épidémiologie analytique a servi à confirmer les observations d'un clinicien vigilant, plutôt qu'à déterminer un lien entre le travail et l'affection.

5. On peut soutenir que ceci est une critique du concept des limites numériques d'exposition en tant qu'optique visant la protection des travailleurs plutôt qu'une critique de l'épidémiologie.

6 Les métallurgistes unis VS Marshall, 647 F. 2d 1189 (D.C. Circuit, 1980), p. 1266. Le juge Wright a fait des observations semblables au sujet des conséquences que posait le fait d'attendre des preuves scientifiques concluantes sur les dangers que représentent pour la santé de l'homme la pollution de l'environnement (Ethyl Corporation VS Environment Protection Agency, 541 F. 2d 1 (D.C. Circuit, 1976: 24-25)).

7. Dans le contexte américain, la notion de conviction au-delà d'un doute raisonnable correspond à une certitude de 95 pour cent, tandis que la notion d'équilibre entre les probabilites correspond à une certitude de 51 pour cent. Ethyl Corporation VS Environmental Protection Agency, 541 F. 2d 1 (D.C. Circuit, 1976), p. 28, n. 58.

8. O. Reg. 536/81; Code for Medical Surveillance for Lead (Toronto: ministère du Travail de l'Ontario, mai 1981).

9. On discute plus à fond au chapitre 5 des conséquences associées au fait que les médecins retirent le travailleur comme mesure pouvant améliorer les conditions de travail et celles qui sont reliées à la distinction que l'on fait entre les sexes dans les normes fondées sur les indicateurs biologiques.

10. La Commission n'est pas la seule à trop se fier sur l'épidémiologie négative. L'ACGIH (1984: 29-30), bien qu'elle ait désigné toutes les formes d'amiante comme des carcinogènes prouvés, a également mentionné qu'on n'avait pas assez de preuves épidémiologiques attestant le danger que posent des expositions inférieures à 2 fibres/cc. Elle se fonde sur ces faits pour dire qu'il serait prématuré et peu prudent de baisser son SAE de la chrysotile au-dessous de ce niveau. On peut en déduire soit une acceptation de l'hypothèse qu'il y a un niveau de sécurité ou un niveau où l'on ne décèle aucun effet à l'exposition à la chrysotile, soit que le danger qui puisse exister (ou qui pourrait être démontré) à des concentrations inférieures à 2 fibres/cc devrait être traité comme un risque acceptable. L'une ou l'autre des interprétations traduit, en gros, les mêmes jugements en matière de politique au sujet de la résolution de l'incertitude scientifique.

11. Le cas le plus souvent cité est celui de la norme nationale américaine de 1 ppm concernant les expositions au chlorure de vinyle sur les lieux de travail. Il s'agissait explicitement d'une norme créant le besoin de progrès sur le plan technologique et elle a été fortement contestée par l'industrie qui, au lieu, a proposé une norme de 5 à 10 ppm, selon la nature de l'installation devant être réglementée, et soutenu que les compagnies qui produisaient du monomère de chlorure de vinyle ou du chlorure de polyvinyle (PVC) seraient vouées à la faillite et que les utilisateurs ainsi que les producteurs des matériaux subiraient de graves répercussions économiques (Doniger, 1978: 36-66). En fait, l'industrie s'est conformée à la norme et à un coût bien inférieur à celui qui était initialement prévu. Perry (1981) souligne cependant que l'observation de cette norme n'a pas été sans répercussion sur l'industrie ou les consommateurs.

12. À titre d'exemple, le Dr C.N. Abernethy, gestionnaire du service Human Factors à la Digital Equipment Corporation, a témoigné devant une audience du comité du Congrès des États-Unis en 1984 (U.S. Congress, 1984: 163) qu'étant donné que l'ergonomie améliorée des lieux de travail se traduisait par une augmentation de la productivité des opérateurs, la récupération des coûts du nouveau mobilier TEV prendrait environ 10,5 mois.

13. Industrial Union Department, AFL-CIO VS Hodgson, 499 F. 2d 467 (D.C. Circuit, 1974), p. 478.

14. United Steelworkers VS Marshall, 647 F. 2d 1189 (D.C. Circuit, 1980), p. 1266.

15. Tola et Hernberg (1981: 188) indiquent que les recommandations de l'OMS concernant les limites d'exposition biologique au travail représentent les opinions des groupes d'experts scientifiques. Les niveaux sont considérés comme des concentrations qui, selon les connaissances actuelles, ne se répercuteraient pas négativement sur la santé (soulignement ajouté). Il est intéressant de noter que la limite de plomb de 40 ug/100 ml dans le sang (30 ug/100 ml pour les femmes en âge de procréer) recommandée par les groupes de l'OMS, bien que considérablement inférieure au niveau considéré acceptable par des groupes comme le ministère du Travail de l'Ontario ou l'ACGIH, est par contre nettement au-dessus du niveau auquel des changements des fonctions physiologiques ont été démontrés.

16. La Cour suprême a fait passer cette défense dans la loi en 1978, lorsqu'elle a défini une catégorie d'infractions strictes en matière de responsabilités, pour lesquelles l'accusé pouvait éviter la responsabilité en prouvant qu'il avait pris tous les soins raisonnables. Il s'agit de décider de ce qu'un homme raisonnable aurait fait dans les circonstances. (R. VS Ville de Sault Sainte-Marie (1978), 40 C.C.C. (2d) 353, p. 373.) Ceci a pour effet de faire en sorte que la simple documentation de

la violation d'un règlement, si conclusive soit-elle, reste insuffisante pour obtenir une conviction. Pour obtenir la discussion sur la répercussion de la décision de Sault Sainte-Marie, voir Hutchinson (1979).

17. Le propriétaire (du lieu de travail) doit comparer le risque d'une part et d'autre part le sacrifice qu'exigent les mesures nécessaires pour éviter ce risque (qu'il s'agisse d'argent, de temps ou de trouble). S'il était démontré qu'il existe une disproportion flagrante entre ces deux éléments—le risque étant non significatif par rapport au sacrifice—les défendants leur rejetteraient le blâme. Edwards VS National Coal Board (Court of Appeal, Tucker, Asquith et Singleton, L.JJ.), 65 The Times L.R. (1949) 430, p. 432. Voir aussi Drake et Wright (1983: 63-69).

18. R. VS Windsor Board of Education et Eric Laub, Cour Prov. (Secteur criminel), comté d'Essex, 11 juin, 1982; non documenté.

RÉFÉRENCES

1. Advisory Council on Occupational Health and Occupational Safety (1982). Fourth Annual Report (Toronto: Ontario Ministry of Labour).

2. Advisory Council on Occupational Health and Occupational Safety (1983). Fifth Annual Report (Toronto: Ontario Ministry of Labour).

3. Advisory Council on Occupational Health and Occupational Safety (1984). Sixth Annual Report (Toronto: Ontario Ministry of Labour).

4. Advisory Council on Occupational Health and Occupational Safety (1985). Seventh Annual Report (Toronto: Ontario Ministry of Labour).

5. Allen, Glen (1976). "Poly-killer," Maclean's, April 19.

6. ACGIH (1984). Documentation of TLVs (1980 ed., with updates) (Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists).

7. ACGIH (1985). TLVs: Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents (Cincinnati, OH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists).

8. American Industrial Health Council (1985). Report to the Membership—1985: Aims and Advances in Science, Risk Assessment, and Public Policy (Washington, D.C.: AIHC).

9. Ashford, Nicholas A. (1979). Testimony in Use of Cost-Benefit Analysis by Regulatory Agencies, Joint Hearings before the Subcommittee on Oversight and Investigations and the Subcommittee on Consumer Protection and Finance, Committee on Interstate and Foreign Commerce, U.S. House of Representatives, 96th Congress, First Session, Serial 96-157 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office).

10. Ashford, Nicholas A.; Heaton, George R. (1983). "Regulation and Technological Innovation in the Chemical Industry," Law and Contemporary Problems 46:3 (Summer), p. 109-157.

11. Ashford, Nicholas A.; Ryan, C. William; Caldart, Charles C. (1983). "A Hard Look at Federal Regulation of Formaldehyde: A Departure from Reasoned Decisionmaking," Harvard Environmental Law Review 7, p. 297-370.

12. Ashford, Nicholas A.; Spadafor, Christine J.; Caldart, Charles C. (1984). "Human Monitoring: Scientific, Legal and Ethical Considerations," Harvard Environmental Law Review 8, p. 263-363.

13. Ashford, Nicholas A.; Ayers, Christine; Stone, Robert F. (1985). "Using Regulation to Change the Market for Innovation," Harvard Environmental Law Review 8, p. 419-466.

14. Assenheim, H.M. (1979). "Introduction," in The Biological Effects of Radio-Frequency and Microwave Radiation, ed. H.Assenheim, NRCC No. 16448 (Ottawa: Associate Committee on Scientific Criteria for Environmental Quality, National Research Council Canada).

15. Atherley, G.R.C. (1978). "Strategies in Occupational Health and Safety," in Occupational Health and Safety Concepts: Chemical and Processing Hazards (London: Applied Science Publishers), p. 371-395.

16. Atherley, G.R.C. (1983). "Human Rights versus Occupational Medicine," International Journal of Health Services 13, p. 265-275.

17. Atherley, G.R.C. (1985). "A Critical Review of Time-Weighted Average as an Index of Exposure and Dose, and of Its Key Elements," American Industrial Hygiene Association Journal 46:9, September, p. 481-487.

18. Atherley, G.R.C. (1986). «Le Centre et les problèmes d'hygiène et de sécurité au travail au Canada» (Hamilton, Ont.: Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail, à paraître).

19. Atherley, G.R.C.; Johnston, Neil; Tennassee, Maritza (1984). "Biomedical Surveillance: Rights Conflict with Rights"(Hamilton, Ont: Canadian Centre for Occupational Health and Safety, October).

20. Bardach, Eugene; Kagan, Robert A. (1982). Going by the Book: The Problem of Regulatory Unreasonableness (Philadelphia: Temple University Press, 1982).

21. Bates, David (1979). "Preventing Occupational Cancer" (Editorial), Environmental Health Perspectives 28, February, p. 303-310.

22. Beauchamp, Shelly (1983). "Reproductive Hazards and VDTs" (Hamilton, Ont.: Canadian Centre for Occupational Health and Safety, September).

23. Bishop, J; Cicchetti, C. (1975). "Some Institutional and Conceptual Thoughts on the Measurement of Indirect and Intangible Benefits and Costs," Cost-Benefit Analysis and Water Pollution Policy, ed. H. Peskin and E. Seskin (Washington, D.C.: The Urban Institute).

24. Bogen, Kenneth (1980). "Public Policy and Technological Risk," IDEA: Journal of Law and Technology 21:1, p. 37-74 .

25. British Occupational Hygiene Society (1972). "Hygiene Standards for Cotton Dust," Annals of Occupational Hygiene 15, p.165-192.

26. Bryce, George K. (1984). "Rationalizing Occupational Health and Safety Regulations," Background Discussion Document for the First Meeting of Ministers Responsible for Occupational Health and Safety (Toronto, September).

27. Cairns, T. (1979). "The ED-01 Study: Introduction, Objectives and Experimental Design," Journal of Environmental Pathology and Toxicology 3:3, p. 1-7.

28. Calabresi, Guido; Bobbitt, Phillip (1978). Tragic Choices (New York: W.W. Norton).

29. Canadian Union of Public Employees (1982). "A Submission to the Ontario Ministry of Labour on the Document: 'Exposure Criteria for Potentially Harmful Agents and Substances in the Workplace'" (Toronto, mimeo).

30. Christian, Mildred S. (1983). "Assessment of Reproductivity Toxicity—'State of the Art'," Assessment of Reproductive and Teratogenic Hazards, ed. Mildred S. Christian et al. (Princeton, NJ: Princeton Scientific).

31. Corn, Jacqueline Karnell (1981). "Byssinosis—An Historical Perspective," American Journal of Industrial Medicine 2, p. 331-352.

32. Creech, J.L.; Johnson, M.N. (1974). "Angiosarcoma of the Liver in the Manufacture of Polyvinyl Chloride," Journal of Occupational Medicine 16, p. 150-151.

33. Dabney, Betty J. (1981). "The Role of Human Genetic Monitoring in the Workplace," Journal of Occupational Medicine 23, p. 626-631.

34. Darby, W. (1979) "An Example of Decision-Making on Environmental Carcinogens: The Delaney Clause," Journal of Environmental Systems 9:2, p. 109-117.

35. Davis, J.A. (1985). "Workers' Compensation Claims for Stress-Related Disorders," Journal of Occupational Medicine 27, p. 821-825.

36. Delorme, Fernand; Theriault, Gilles (1978). "Ten Cases of Angiosarcoma of the Liver in Shawinigan, Quebec," Journal of Occupational Medicine 20, p. 338-340.

37. Deverell, J. (1984). "Toxic lead levels 7 times the legal limit," Toronto Star, May 24, p. A1, A19.

38. Doern, G. Bruce; Prince, Michael; McNaughton, Garth (1982). Living with Contradictions: Health and Safety Regulation and Implementation in Ontario, Study No. 5, Royal Commission on Matters of Health and Safety Arising from the Use of Asbestos in Ontario (Toronto: Ministry of the Attorney General).

39. Doniger, David (1978). The Law and Policy of Toxic Substances Control: A Case Study of Vinyl Chloride (Baltimore: Johns Hopkins University Press).

40. Drake, C.D.; Wright, F.B. (1983). Law of Health and Safety at Work: The New Approach (London: Sweet & Maxwell).

41. Dourson, Michael L., Stara, Jerry F. (1983). "Regulatory History and Experimental Support of Uncertainty (Safety) Factors," Regulatory Toxicology and Pharmacology 3, p. 224-238.

42. DuBois (1970). "Establishment of 'Threshold' CO Exposure Levels," Annals of the New York Academy of Sciences 171, p. 425-430.

43. Fabricant, Jill; Legator, Marvin (1981). "Etiology, Role and Detection of Chromosomal Aberrations in Man," Journal of Occupational Medicine 23, p. 617-625.

44. Farant, Jean-Pierre; Moore, Charles (1978). "Dust Exposures in the Canadian Grain Industry," American Industrial Hygiene Association Journal 39, p. 177-194.

45. First, M.W.; Love, Dick (1982). "Engineering Control of Asbestos," American Industrial Hygiene Association Journal 43, p. 634-639.

46. Fisher, Ann (1982). "The Scientific Bases for Relating Health Effects to Exposure Levels," EIA Review 3:1, p. 27-42.

47. Gaylor, D.W. (1979). "The ED-01 Study: Summary and Conclusions," Journal of Environmental Pathology and Toxicology 3:3, p. 179-183.

48. Graham, John D.; Vaupel, James W. (1981). "Value of Life: What Difference Does it Make?" Risk Analysis 1:1, March, p. 89-95.

49. Grant, Christine M. (1982). "Establishing Causation in Chemical Exposure Cases: The Precursor Symptoms Theory," Rutgers Law Review 35, p. 163-195.

50. Green, Jeremy (1983). "Detecting the Hypersusceptible Worker: Genetics and Politics in Industrial Medicine," International Journal of Health Services 13, p. 247-264.

51. Haines, Ted; Shannon, Harry (1983). "Sample Size in Occupational Mortality Studies," Journal of Occupational Medicine 25, p. 603-608.

52. Hamilton, Alice (1925). Industrial Poisons in the United States (New York: Macmillan).

53. Hatch, Theodore F. (1962). "Changing Objectives in Occupational Health," American Industrial Hygiene Association Journal 23, p. 1-7.

54. Hernberg, Sven et al. (1970). "delta-Aminolevulinic Acid Dehydrase as a Measure of Lead Exposure," Archives of Environmental Health 21, August, p. 140-145.

55. Hutchinson, A.C. (1979). "Sault Ste Marie, Mens Rea and the Halfway House: Public Welfare Offences Get a Home of Their Own," Osgoode Hall Law Journal 17, p. 415-444 .

56. Infante, Peter; Tsongas, Theodora A. (1983). "Occupational Reproductive Hazards: Necessary Steps to Prevention," American Journal of Industrial Medicine 4, p. 383-390.

57. International Commission on Radiological Protection (1977a), Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 26 (Oxford: Pergamon Press).

58. International Commission on Radiological Protection (1977b), Problems Involved in Developing an Index of Harm, ICRP Publication 27 (Oxford: Pergamon Press).

59. Ison, T.G. (1975). "Re the Uses and Limitations of Sanctions in Industrial Health and Safety," Item no. 158, Workers' Compensation Reporter 1, p. 203-216.

60. Jellinek, Steven D. (1981). "On the Inevitability of Being Wrong," Management of Assessed Risk for Carcinogens, ed. W. Nicholson, Annals of the New York Academy of Science 363, p. 43-48.

61. Karasek, Robert A. (1984). "Characteristics of Task Structure Associated with Physiological Stress and Cardiovascular Illness," Annals of the American Conference of Governmental Industrial Hygienists 8, p. 27-32.

62. Karstadt, Myra; Bobal, Renee; Selikoff, I.J. (1981) "A Survey of Availability of Epidemiologic Data on Humans Exposed to Animal Carcinogens," in Banbury Report 9: Quantification of Occupational Cancer, ed. R. Peto and M. Schneiderman (Cold Spring Harbor Laboratory).

63. Kehoe, R. A. (1961). "Experimental Studies on the Inhalation of Lead by Human Subjects," Pure and Applied Chemistry (reprint) 3, ;. 129-144.

64. Klaassen, Curtis D., Doull, John (1980). "Evaluation of Safety: Toxicologic Evaluation," in Casarett and Doull's Toxicology, ed. John Doull, Curtis D. Klaassen, Mary O. Amdur (2nd ed.: New York: Macmillan).

65. Lancranjan, I.; Popescu, H.I.; Gavanescu, O.; Klepsch, I.; Serbanescu, M. (1975). "Reproductive Ability of Workmen Occupationally Exposed to Lead," Archives of Environmental Health 30, p. 396-401.

66. Lappé, Marc (1983). "Ethical Issues in Testing for Differential Sensitivity to Occupational Hazards," Journal of Occupational Medicine 25, p. 797-808.

67. Latin, Howard A. (1982). "The 'Significance' of Toxic Health Risks: An Essay on Legal Decisionmaking Under Uncertainty," Ecology Law Quarterly 10, p. 339-395.

68. Latin, Howard A. (1983). "The Feasibility of Occupational Health Standards: An Essay on Legal Decisionmaking Under Uncertainty," Northwestern University Law Review 78, p. 583-631.

69. Law Reform Commission of Canada (1986). Workplace Pollution, Working Paper, Protection of Life Series [T. Schrecker, principal researcher] (Ottawa: Law Reform Commission of Canada, forthcoming).

70. LeQuesne, Pamela M. (1985). "Clinical and Morphological Findings in Acrylamide Toxicity," Neurotoxicology 6:4, p. 17-24.

71. Levy, Barry S; Wegman, David H. (1983). "Recognizing Occupational Disease," in Occupational Health, ed. B.S. Levy and D.H. Wegman (Boston: Little, Brown).

72. Louch, William (1982). "The Regulation of Chemical Exposure," Document D82-5E (Hamilton, Ont: Canadian Centre for Occupational Health and Safety, October).

73. MacCarthy, Mark (1981). "A Review of Some Normative and Conceptual Issues in Occupational Safety and Health," Boston College Environmental Affairs Law Review 9, p. 773-814.

74. MacLean, Douglas (1982). "Risk and Consent: Philosophical Issues for Centralized Decisions," Risk Analysis 2:2, p. 59-67.

75. Marha, K.; Charron, D. (1985). "The Distribution of a Pulsed Very Low Frequency Electric Field Around Video Display Terminals," Health Physics 49:3 (September), p. 517-521.

76. Marha, K.; Spinner, B., Purdham, J. (1983). «Dangers d'exposition aux champs de très basses fréquences des terminaux à écran de visualisation» (Hamilton, Ontario: Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail).

77. McCaffrey, David (1982). OSHA and the Politics of Health Regulation (New York: Plenum Press).

78. McCloud, Sheryl G. (1983). "Pink Collar Blues: Potential Hazards of Video Display Terminal Radiation," Southern California Law Review 57, p. 139-171.

79. McCollister, D.D., Oyen, F., Rowe, V.K. (1964). "Toxicology of Acrylamide," Toxicology and Applied Pharmacology 6, p. 172-181.

80. McGarity, Thomas O. (1979). "Substantive and Procedural Discretion in Administrative Resolution of Science Policy Questions: Regulating Carcinogens in EPA and OSHA," Georgetown Law Journal 67, p. 729-810.

81. McGarity, Thomas O. (1983). "Media-Quality, Technology and Cost-Benefit Balancing Strategies for Health and Environmental Regulation," Law and Contemporary Problems 46:3, Summer, p. 159-233.

82. McGinty, Lawrence; Atherley, G.R.C. (1977). "Acceptability versus Democracy," New Scientist, May 12.

83. McGrath, Teresa (1981). "Occupational Exposure to Vinyl Chloride," Appendix G in The Report on the Designation of Vinyl Chloride in Ontario (Toronto: Occupational Health and Safety Division, Ontario Ministry of Labour, August).

84. Miller, F.H. (1983). "Biological Monitoring: The Employer's Dilemma," American Journal of Law and Medicine 9, p. 387-426.

85. Miller, Carolyn T.; Krewski, Daniel; Munro, Ian C. (1983). "Conventional Approaches to Safety Evaluation," in Safety Evaluation and Regulation of Chemicals, 1st International Conference (Basel: Karger).

86. Morrison, A.B., Munro, I.C.; Bradshaw, L. (1983). "Risk and the Government Process," in Risk: A Symposium on the Assessment and Perception of Risk to Human Health in Canada, ed. D. Bates (Ottawa: Royal Society of Canada), p. 183-189.

87. Nash, Michael (1983). "Trade Secrets in Occupational Health and Safety Law," in Hazardous Substances and the Right to Know: A One-Day Symposium (Toronto: Canadian Environmental Law Research Foundation).

88. NRC (1984). Toxicity Testing: Strategies to Determine Needs and Priorities, Report of the Steering Committee on Identification of Toxic and Potentially Toxic Chemicals for Consideration by the National Toxicology Program, Board on Toxicology and Environmental Health Hazards, Commission on Life Sciences (Washington, D.C.: National Academy Press).

89. Nisbet, Ian C.T.; Karch, Nathan J. (1983) Chemical Hazards to Human Reproduction (Park Ridge, NJ: Noyes Data Corp.).

90. Nothstein, Gary Z. (1981). The Law of Occupational Safety and Health (New York: The Free Press).

91. OSHA (1977). "Identification, Classification and Regulation of Toxic Substances Posing a Potential Occupational Carcinogenic Risk," Federal Register 42, Part VI (October 4), p. 54148-54247.

92. OSHA (1980). "Identification, Classification and Regulation of Potential Occupational Carcinogens," Federal Register 45:15, Part VII (January 22), p. 5001-5296.

93. Office of Technology Assessment (1981). Assessment of Technologies for Determining Cancer Risks for the Environment, OTA-H-138 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office).

94. Office of Technology Assessment (1983). The Role of Genetic Testing in the Prevention of Occupational Disease, OTA-BA-194 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office).

95. O'Heany, J. (1981). "Health Effects of Lead," Appendix H in: The Report on the Designation of Lead in Ontario (Toronto: Occupational Health and Safety Division, Ministry of Labour, April).

96. Ontario Federation of Labour [OFL] (1984). Towards a More Comprehensive Approach to Regulating Workplace Health Hazards (Toronto: OFL, mimeo, February).

97. Ontario Ministry of Labour (1982). The Report on the Designation of Coke Oven Emissions in Ontario (Toronto: Occupational Health and Safety Division, Ministry of Labour, February).

98. Otto, D.A.; Benignus, V.A.; Muller, K.E.; Barton, C.N. (1981). "Effects of Age and Body Lead Burden on CNS Function in Young Children. I. Slow Cortical Potentials," Electroencephalography and Clinical Neurophysiology 52, p. 229-239.

99. Otto, D.; Benignus, V.; Muller, K.; Barton, C.; Seiple, K.; Prah, J.; Schroeder, S. (1982). "Effects of Low to Moderate Lead Exposure on Slow Cortical Potentials in Young Children: Two Year Follow-up Study," Neurobehavioral Toxicology and Teratology 4, p. 733-737.

100. Page, Talbot (1978). "A Generic View of Toxic Chemicals and Similar Risks," Ecology Law Quarterly 7:2, p. 207-244.

101. Page, Talbot (1981). "A Framework for Unreasonable Risk Under the Toxic Substances Control Act," Management of Assessed Risk for Carcinogens, ed. W. Nicholson, Annals of the New York Academy of Science 363.

102. Paté, M. Elisabeth (1983). "Acceptable Decision Processes and Acceptable Risks in Public Sector Regulation," IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics SMC-13:3, March/April, p. 113-124.

103. Perera, Frederica P.; Weinstein, I. Bernard (1982). "Molecular Epidemiology and Carcinogen-DNA Adduct Detection: New Approaches to Studies of Human Cancer Causation," Journal of Chronic Diseases 35, p. 581-600.

104. Perry, Charles R. (1981). "Safe and Healthful Working Conditions: The Case of Vinyl Chloride," Toxic Substances Journal 2:3, p. 215-223.

105. Rall, David (1978). "Thresholds?" Environmental Health Perspectives 22, p. 163-165.

106. Rall, David (1982). Comments in "Scientific Panel: Cause/Effect Relationships in Health Risk Cases," Jurimetrics Journal 22:4, Summer, p. 378-402.

107. Ramsay, Hon. R. (1984). Comments in Legislature of Ontario Debates, May 25, p. 1803-1806.

108. Roberts, R.S.; Julian, James A. (1983). "Mortality Study of Canadian Nickel Miners," in Health Issues Related to Metal and Nonmetallic Mining, ed. W.L. Wagner; W.N. Rom; J.A. Merchant, Ann Arbor Science Series (Boston: Butterworths).

109. Roels, H.F. et al. (1976). "Impact of Air Pollution by Lead on the Heme Biosynthetic Pathway in School-Age Children," Archives of Environmental Health 31, p. 310-316.

110. Royal Commission on Matters of Health and Safety Arising from the Use of Asbestos in Ontario (1984). Report, 3 vols. (Toronto: Ontario Ministry of the Attorney General).

111. Russell, A.E.; Jones, E.R.; Bloomfield, J.J.; Britten, R.H.; Thompson, L.R. (1933). "Lead Poisoning in a Storage Battery Plant, Public Health Bulletin, June (Washington, D.C.: U.S. Public Health Service).

112. Sass, Robert (1978). "Stressors and Work Populations: Further Thoughts on 'Work at the Centre'", Discussion Paper (Regina: Saskatchewan Ministry of Labour, 1978).

113. Sass, Robert (1983). "Cancer in the Work Environment," Alternatives: Perspectives on Society and Environment 11:3/4, Summer, p. 37-43.

114. Savitz, David A.; Harley, Barbara; Krekel, Sylvia; Marshall, Julie; Bondy, Jessica; Orleans, Miriam (1984). "Survey of Reproductive Hazards among Oil, Chemical and Atomic Workers Exposed to Halogenated Hydrocarbons," American Journal of Industrial Medicine 6, p. 253-264.

115. Schaar, John (1970). "Legitimacy in the Modern State," in Power and Community: Dissenting Essays in Political Theory, ed. P. Green and S. Levinson (New York: Vintage).

116. Schneiderman, Marvin (1982). "Cost-Benefit, Social Values and the Setting of Occupational Health Standards," in Legal and Ethical Dilemmas in Occupational Health, ed. Jeffrey Lee and William Rom, Ann Arbor Science Series (Boston: Butterworths, 1982).

117. Schroeder, E.P.; Schapiro, S.A. (1984). "Responses to Occupational Disease: The Role of Markets, Regulation and Information," Georgetown Law Journal 72, p. 1231-1309.

118. Seppalainen, A.M. et al. (1975). "Subclinical Neuropathy at 'Safe' Levels of Lead Exposure," Archives of Environmental Health 30 (April), p. 180-183.

119. Seppalainen, A.M. et al. (1979). "Relationship Between Blood Lead Levels and Nerve Conduction Velocities," Neurotoxicology 1, p. 313-332.

120. Severo, Richard (1980). "The Genetic Barrier: Job Benefit or Job Bias?" The New York Times, February 3, 4, 5, 6.

121. Shannon, H.S; Hayes, M.; Julian, J.A.; Muir, D.C.F. (1984). "Mortality Experience of Glass Fibre Workers," British Journal of Industrial Medicine 41, p. 35-38.

122. Sheridan, Peter J. (1983). "Reproductive Hazards: Probing the Ethical Issues," Occupational Hazards 45:5, May, p. 72-75.

123. Silbergeld, Ellen; Hruska, Robert (1980). "Neurochemical Investigations of Low Level Lead Exposure," in Low Level Lead Exposure: The Clinical Implications of Current Research, ed. H. L. Needleman (New York: Raven Press).

124. Smyth, H. F. (1956). "Improved Communication: Hygenic Standards for Daily Inhalation," Industrial Hygiene Quarterly, June, p. 129-185.

125. Starr, C. (1969). "Social Benefit versus Technological Risk," Science 165, p. 1232-1238.

126. Starr, C. (1972). "Benefit-Cost Studies in Sociotechnical Systems," in Perspectives on Benefit-Risk Decision Making, Report of a Colloquium conducted by the Committee on Public Engineering Policy (Washington, D.C.: National Academy of Engineering).

127. Steneck, Nicholas (1983). "Subjectivity in Standards: The Case of ANSI C95.1-1982," Microwaves & RF, May, p. 137-142, 164-166.

128. Stokinger, Herbert (1955). "Standards for Safeguarding the Health of the Industrial Worker," (reprinted in) Threshold Limit Values—Discussion and Thirty-Five Year Index with Recommendations, ed. Marshall LaNier, Annals of the American Conference of Governmental Industrial Hygienists 9 (Cincinnati, Ohio: ACGIH).

129. Stokinger, Herbert (1971). "Sanity in Research and Evaluation of Environmental Health," Science 174, November 12, p. 662-665.

130. Stokinger, Herbert (1981). "Genetic Screening of Employees: Resistance and Responsibility," (reprinted in) Threshold Limit Values—Discussion and Thirty-Five Year Index with Recommendations, ed. Marshall LaNier, Annals of the American Conference of Governmental Industrial Hygienists 9 (Cincinnati, Ohio: ACGIH).

131. Stokinger, Herbert; Scheel, L.D. (1973). "Hypersusceptibility and Genetic Problems in Occupational Medicine—A Consensus Report," Journal of Occupational Medicine 15, p. 564-573.

132. Strahlendorf, Peter (1984). New Chemicals Legislation in OECD Member States: A Review of Notification Requirements, CC-8 (Ottawa: Contaminants Control Branch, Environmental Protection Service, Environment Canada).

133. Swinton, K.E. (1983). "Enforcement of Occupational Health and Safety Legislation: The Role of the Internal Responsibility System," in Studies in Labour Law, ed. K. Swan and K.E. Swinton, Canadian Legal Studies Series (Toronto: Butterworths, 1983).

134. Tola, S.; Hernberg, S. (1981). "Strategies of Biological Monitoring," in Recent Advances in Occupational Health, ed. J.C. McDonald (Edinburgh: Churchill Livingstone, 1981).

135. Treasury Board Canada (1979). "Socio-economic Impact Analysis," Administrative Policy Manual, Chapter 490 (Ottawa, December).

136. Tuthill, Robert W. (1985). Assessment of the Literature on Health Effects Related to Video Display Terminals (Boston: Massachusetts Department of Public Health, April).

137. U.S. Congress (1984), House Committee on Education and Labor, Subcommittee on Health and Safety. OSHA Oversight: Video Display Terminals in the Workplace, Hearings on February 28, March 13, April 3, May 1, 8 and 15, June 5 and 12 (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office).

138. U.S. Council on Environmental Quality (1979). Environmental Quality: Tenth Annual Report (Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office).

139. Viscusi, W. Kip (1982). "Setting Efficient Standards for Occupational Hazards," Journal of Occupational Medicine 24, p. 969-976.

140. Vogel, David (1983). "Cooperative Regulation: Environmental Protection in Great Britain," The Public Interest no. 72, June, p. 88-106.

141. Warren, C.P.W. (1983). "Health and Safety in the Grain Industry." in Environmental and Occupational Medicine, ed. W. Rom (Boston: Little, Brown).

142. Weinberg, Alvin M. (1972). "Science and Trans-Science," Minerva 10:2, p. 209-222.

143. Whittington, Dale; Grubb, W. Norton (1984). "Economic Analysis in Regulatory Decisions: The Implications of Executive Order 12291," Science, Technology & Human Values 9:1, Winter, p. 63-71.

144. Williams, Wendy W. (1981). "Firing the Woman to Protect the Fetus: The Reconciliation of Fetal Protection with Employment Opportunity Goals under Title VII," Georgetown Law Journal 69, p. 641-704.

145. Winslow, C.E.A. (1927). "Summary of the National Safety Council Study on Benzol Poisoning," Journal of Industrial Hygiene 9, p. 61-74.

146. WHO (1975). Early Detection of Health Impairment in Occupational Exposure to Health Hazards, Technical Report Series no. 571 (Geneva: World Health Organization).

147. Wrenn, McDonald E.; Mays, Charles W. (1983). "Ionizing Radiation," in Environmental and Occupational Medicine, ed. William N. Rom (Boston: Little, Brown, 1983).

148. Yandle, Bruce (1982). "A Social Regulation Controversy: The Cotton Dust Standard," Social Science Quarterly 63:1, p. 58-69.

149. Zielhuis, R.L.; Notten, W.R.F. (1979). "Criteria for Setting Permissible Levels," International Archives of Occupational and Environmental Health 42, p. 269-281.